





BIBLIOTECA UTILE

ELEMENTI DI CHIMICA

ESPOSTI POPOLARMENTE

DA

GIORGIO FOWNES

già professore di chimica pratica nell'University College di Londra

COLL'AGGIUNTA DI UN SAGGIO

SULLE APPLICAZIONI
DELLA CHIMICA ALLA AGRICOLTURA

SECONDA EDIZIONE ITALIANA



MILANO

E. TREVES, EDITORE

1871.

BIBLIOTECA UTILE

(26)

ELEMENTI DI CHIMICA



9. 2. 115

ELEMENTI DI CHIMICA

ESPOSTI POPOLARMENTE

DA

GIORGIO FOWNES

già professore di chimica pratica nell'University College di Londra

COLL' AGGIUNTA DI UN SAGGIO

SULLE APPLICAZIONI

DELLA CHIMICA ALLA AGRICOLTURA

SECONDA EDIZIONE ITALIANA



MILANO

E. TREVES, EDITORE

1871.

—
PROPRIETÀ LETTERARIA
—

Milano, Stabilimento E. Treves, via Solferino, 11.

PREFAZIONE

Non è d'uopo oggi spendere parole intorno alla importanza dello studio della chimica. — Valgono per questa scienza le stesse ragioni per cui si è sentito il bisogno di una larga parte agli studii matematici nella educazione giovanile. Le verità, tanto meravigliose, quanto rigorosamente dimostrate, che si incontrano ad ogni passo nello studio dei mutamenti della materia, le leggi che inesorabilmente presiedono a questi mutamenti, la strada per cui si arrivò al conquisto di così fatte cognizioni, inducono nella mente del giovane un abito di meditazione e di investigazione, un bisogno di rendersi conto di quanto accade sotto ai suoi occhi, e di non credere se non a quello che può direttamente riconoscere e dimostrare per vero, onde si modifica vantaggiosamente tutto l'esser suo, e s'avvia al bene per la vita avvenire.

Oltre alla parte educativa della chimica, che pur è tanto grande, nessuno ignora quanto sia grande altresì, e quanto sia per crescere sempre più nell'avvenire, la

parte applicativa di questa scienza. Tutte le arti, tutte le industrie, tutte le operazioni, si può dire, della umana vita hanno rapporti con questa scienza; e non v'è quasi oggi operaio, nei paesi civili, che non senta il bisogno di saperne qualche cosa.

Giustamente quindi i Governi e i Municipii s'affrettano con nobile gara a moltiplicare gli insegnamenti sperimentali, i laboratorii, i corsi serali di chimica, perchè questa scienza non s'impara leggendo, ma vedendo ed operando; e gli uditori si affollano a quegli insegnamenti.

La chimica non s'impara dai libri, ma ben s'intende come i libri sieno preziosissimi, anzi necessarii sussidi e guide alle lezioni ed alle manipolazioni dei laboratorii, degli opificii e delle officine.

E abbondano pure ottimi libri di chimica, si scolastici, come di applicazione: valgano, per tacer d'altri e dir solo de' più recenti e noti autori, i nomi di Piria, Malaguti, Sobrero, Girardin.

Ma, se i buoni libri di chimica ricchi di materia e luminosi non sono scarsi, non si può dire affatto la stessa cosa dei libretti brevi ed elementari intorno a questa scienza.

Non è cosa agevole il far bene un volumetto di chimica, che sia il primo passo pel principiante, che lo invogli e renda atto a leggere e comprendere volumi più estesi. Si tratta di esporre quelle verità che si possono agevolmente comprendere ove siano limpidamente esposte, accennare a quelle altre di cui, senza troppe parole, si può far sentire l'importanza senza poterle spiegare, e tacere di quelle che non sono suscettive pur di un cenno, e

per questo solo richiederebbero soverchie parole ; ordinare, disporre, collegare, concatenare le verità elementari per modo, che costituiscano un sodo complesso di cognizioni nella mente del giovane, buon fondamento e scala all'acquisto di altre più complicate ed alte ; non trascurare qualche cenno intorno alle applicazioni più importanti, senza dimenticare che, prima di attendere alle applicazioni, lo studioso ha d'uopo di ben compenetrarsi dei principii da cui le applicazioni movono ; e cercar sempre e con ogni sforzo, e prima e sovra ogni cosa, la chiarezza, l'evidenza, la precisione, la limpidezza nella esposizione.

Tutto ciò, ripeto, non è facile ad incontrarsi in un libro ad uso dei principianti: difficilissimo in Italia, dove di cosiffatti libri v'è sommo difetto ; difficile pure in Francia, ove l'opere di tal genere gl'ingegni potenti disdegnano a torto, e, con gran danno della nazione, lasciano agl'ingegni minori ; ed anche in Germania ed Inghilterra non facile, sebbene presso quelle nazioni a ciò intendano gl'ingegni più splendidi: ma il far bene non è facile mai in nessun paese nè presso nessuna gente.

Il libro del Fownes intorno alla chimica elementare, che qui offriamo tradotto, ha in sommo grado i pregi sovrannotati ; epperiò è invero opera sommamente giovevole al paese nostro la versione di esso nella nostra lingua.

Oltre a' pregi sovra menzionati, questo volumetto ha pare un titolo speciale alla benemerenzza de' nostri lettori, ed è quello di contenere una larga parte fatta, sempre colla stessa brevità, evidenza e precisione, alla

chimica agricola; questa parte, negletta ordinariamente nei libri elementari di chimica, è sommamente importante, e degnissima d'essere apprezzata in Italia, dove non se ne ha quasi idea, si può dire, fino ad oggi.

Speriamo quindi che il pubblico voglia accogliere questa traduzione con animo pari a quello che ne promosse la pubblicazione, e che la diffusione di questo piccolo volume e il divulgarsi delle tante utili verità in esso contenute sia per aprire la via ad altre traduzioni di libri della stessa fatta, di cui abbonda la letteratura scientifica inglese, e che non son certo la minor parte della potenza e della forza di quella nazione.

Milano, 10 Novembre 1865.

MICHELE LESSONA.

ELEMENTI DI CHIMICA

I.

La Chimica è quella scienza, che ha per oggetto lo studio della natura e delle proprietà di quelle differenti sostanze di cui si compongono la terra, le acque, l'aria e i loro abitanti, vale a dire le piante e gli animali. In una parola, essa comprende lo studio di ogni cosa accessibile all'uomo.

Nei suoi più alti scompartimenti, essa tende a scoprire le leggi, che regolano universalmente la formazione dei composti chimici, e nelle sue utili applicazioni è stata già sommamente giovevole nel dirigere e migliorare le varie arti della vita domestica, come l'agricoltura, l'arte tintoria, e molte altre operazioni. Essa serve parimenti di guida al medico nella preparazione dei suoi medicamenti, ed anche talvolta serve a distinguere certe malattie, che per altri riguardi sono simili tra loro. Invero, vi è raramente nella vita una occasione in cui non riesca utile la chimica. Finalmente lo studio di questa scienza, dai suoi primi elementi fino alle più alte esperienze, è resa piacevole dalla costante successione di fatti nuovi ed attraenti, che si presentano all'occhio e alla mente dello studioso.

Quasi tutte le sostanze di cui abbiamo parlato testè come argomento di studio per la chimica, cioè: le varie rocce,

terre, sabbie e terreni coltivabili che compongono la crosta solida terrestre, l'acqua dei mari e dei fiumi, i materiali delle piante e degli animali, sono di natura composta, vale a dire, fatte di due o più sostanze unite combinate assieme così strettamente ed intimamente da non potersi generalmente separare coi mezzi ordinarii; ed il composto prodotto in tal modo è quasi sempre differente nelle sue proprietà e nel suo aspetto dalle sostanze delle quali è formato realmente. Queste ultime sostanze possono essere anch'esse di natura composta, ed ognuna formata similmente dall'unione di due o più sostanze anch'esse tenacemente unite assieme, ma pure divisibili per via di mezzi chimici acconci.

Quest'atto di separazione vien detto *scomposizione chimica*, e la sostanza originale composta si dice in tal caso essere stata scomposta chimicamente nei suoi *componenti*, o *costituenti*. A suo tempo descriveremo alcuno dei mezzi adoperati per fare la scomposizione chimica.

Per esempio: — un pezzo di pietra calcare, o di roccia corallina, arroventata per una mezz'ora, perde quasi la metà del suo peso, e diviene pretta calce. La perdita è cagionata dalla separazione di un'altra sostanza dalla pietra calcare (chiamata acido carbonico) che è tolta via dal calore del fuoco, ma che si può raccogliere facilmente coi mezzi opportuni. In conseguenza, la pietra calcare si scompone, per l'azione del calore, nei suoi componenti, in calce ed in acido carbonico, i quali, uniti, costituiscono la pietra calcare, ovvero, per parlare in linguaggio chimico, il carbonato di calce.

Però, tanto l'acido carbonico, quanto la calce sono essi stessi di natura composta; il primo si può scomporre in due altre sostanze, carbonio e ossigeno, e la seconda in una materia metallica, calcio, e in ossigeno. Il calore solo,

tuttavia non produrrebbe questo effetto, che si ottiene soltanto per via di potenti mezzi di scomposizione.

In tal modo si raggiunge presto o tardi un limite o un confine, e si ottengono sostanze, le quali sfidano tutti gli sforzi del chimico per iscomporle ancora; il carbonio, l'ossigeno, e il calcio della pietra calcare giunti ai due successivi periodi di scomposizione, si vedono resistere a qualunque altro anteriore tentativo di scomposizione; queste sostanze vengono dette *semplici*, o *elementari*, o talvolta *elementi chimici*.

II.

LE SOSTANZE ELEMENTARI.

Il numero conosciuto di queste sostanze elementari muta col progresso della scienza chimica; certe sostanze che un tempo resistevano alla scomposizione hanno ceduto, quando si applicarono all'uopo, nuovi e più potenti mezzi; oltre ciò, si trovano di tratto in tratto minerali ed acque che contengono nuovi elementi.

Essi finora sommano a sessantuno ¹. Moltissimi, però sono molto rari, perchè i composti che li contengono non si rinvencono che in quantità piccolissime.

Le sostanze elementari sono sempre divise dai chimici in due classi, vale a dire, in *metalli* e *sostanze non metalliche* o *metalloidi*. I metalli più abbondanti e più cono-

¹ Un nuovo corpo hanno aggiunto i chimici oggi, e questo è il metallo *Ilmenio*.

sciuti, come l'oro, l'argento, il rame, il ferro, lo stagno e il piombo con un gran numero di altre sostanze più rare e meno comuni, stanno nella prima classe. I componenti dell'atmosfera, l'ossigeno e l'azoto, l'idrogeno, il solfo, il fosforo e parecchi altri appartengono alla seconda classe. Alcuni elementi, però, possiedono proprietà che rendono difficile il decidere in quali di queste due classi possano esser collocati. La nota seguente li comprende tutti:

ELEMENTI NON METALLICI.

Ossigeno
Idrogeno
Azoto o Nitrogeno
Carbonio
Solfo
Selenio
Fosforo
Cloro
Bromo
Iodo
Fluoro
Silicio
Boro

METALLI.

Scompartimento I.	{ Potassio Sodio Litio
Scompartimento II.	{ Bario Stronzio Calcio Magnesio

Scompartimento III. { Alluminio
Glucinio
Itrio
Erbio
Terbio
Zirconio
Torinio
Cerio
Lantano

Scompartimento IV. { Didimio
Manganese
Ferro
Cromo
Nichelio
Cobalto
Rame
Zinco
Cadmio
Bismuto
Piombo

Scompartimento V. { Uranio
Vanadio
Tungsteno
Molibdeno
Colombio
Niobio
Pelopio
Titanio
Stagno
Antimonio

Scompartimento VI. { Osmio
Oro
Mercurio o argento vivo
Argento
Platino
Palladio
Iridio
Rutenio

Scompartimento VII. Rodio.

ELEMENTI FORNITI DI PROPRIETÀ INTERMEDIE.

Arsen co.
Tellurio.

Quasi la metà di queste sostanze sono troppo rare e troppo poco importanti per trarre a sè l'attenzione del giovane studente di chimica.

È importantissimo conoscere ciò che scientificamente s'intende per *stato fisico* o *condizione fisica* di una sostanza, semplice o composta, in confronto colla sua natura chimica. Questi stati sono tre, *solido*, *liquido*, e *gassoso*, che una stessa sostanza può assumere, passando dall'uno all'altro, prima o poi, senza il benchè minimo mutamento nella sua natura chimica. Per esempio, l'acqua come s'incontra comunemente è liquida, ma quando è sufficientemente raffreddata prende la forma solida, e diviene ghiaccio; e d'altra parte, se si scalda a sufficienza, bolle e diviene vapore, che è lo stato gassoso dell'acqua. Raffreddando questo vapore, torna nuovamente liquido, e continuando il raffreddamento si gela; e tutto ciò accade senza il minimo mutamento chimico o scomposizione di sorta. Il metallo zinco si scioglie facilmente se viene scaldato moderatamente, e se si scalda di più si vaporizza, ossia vien convertito in vapore, il quale, raffreddato nuovamente divien liquido e infine ritorna solido. Infatti, moltissime sostanze, semplici e composte, si comportano nello stesso modo, ed hanno la facoltà di esistere in tutti e tre gli stati, ed altre in maggior numero in due condizioni, solida e liquida, o liquida e gassosa.

Quantunque un gas o vapore (ciò che in realtà è la medesima cosa) molto frequentemente sia invisibile all'occhio,

esso nondimeno è una sostanza o materia tanto quanto la solida o la liquida; riempie vasi, e ha il suo peso, e può essere maneggiato ed sperimentato, con mezzi acconci, colla medesima facilità e sicurezza come se fosse un liquido o un solido. Alcuni gas, però, sono coloriti di giallo, di violetto, o di rosso, e allora naturalmente divengono visibili all'occhio.

Lo stato fisico di una sostanza è, in fatto, dipendente dalle sue relazioni col calore; il quale argomento dobbiamo ora considerare.

III.

IL CALORE.

L'effetto più generale e più notevole prodotto dal calore è la *espansione*, o allargamento. Un pezzo di ferro o di metallo, scaldato, si troverà più grande in tutte le sue dimensioni che non quando è freddo; sarà più lungo, più largo e più grosso, sebbene non abbia aumentato di peso. D'altra parte, se esso si raffredda artificialmente col ghiaccio, diverrà più piccolo di prima in tutte le sue dimensioni.

Un litro di acqua fredda o di spirito di vino scaldati aumentano di volume e misurano più di un litro, mentre se sono raffreddati col ghiaccio diminuiscono di volume e non riempiono più la misura.

Una vescica ripiena per due terzi d'aria e chiusa ermeticamente si riempie interamente se si tiene accanto al fuoco per modo che l'aria che vi è dentro siasi riscaldata.

e ritorna al suo primiero volume allorchè si raffredda. Si potrebbero dare molti altri esempi della espansione che segue nei corpi solidi, liquidi e gassosi per via del calore; questo effetto è generale ¹.

Il termometro è costruito su questo principio; — si prende un tubo di vetro molto stretto, con una pallina da un capo, e vi si introduce mercurio a sufficienza per riempire la pallina e un po' del tubo; allora si chiude l'apertura di questo, facendo fondere il vetro; quando questo istrumento si riscalda, il mercurio, per obbedire alla regola generale ossia legge, si espande, ovvero aumenta di volume, sale nel tubo, e, quando si raffredda, scende, perchè il metallo liquido si contrae o si stringe, cosicchè questo istrumento diviene in certo modo un misuratore del calore; e facendo segni sul tubo, oppure attaccandolo ad una scala di legno o di avorio, sulla quale siano stati fatti certi segni, si accresce la sua utilità per questo intento. Questi segni o divisioni si chiamano *gradi del calore* o *gradi di temperatura*; così il caldo e il freddo, o la *temperatura* di un liquido nel quale siasi immerso il termometro, o l'aria che lo circonda, vengono misurate e giudicate dal segno o grado accanto al quale la sommità della colonna di argento vivo è salita entro il tubo.

In pratica, è naturalmente necessario di adottare un piano per dividere le scale termometriche in modo da ren-

¹ Una notevolissima eccezione alla legge regolare dell'espansione dei corpi per via del calore si osserva riguardo all'acqua, che acquista la sua maggior densità alla temperatura di 4° C. Da questo punto, tanto il calore quanto il freddo, producono l'*espansione*. Questa è accompagnata da conseguenze sommamente importanti, nella economia della natura. Questo argomento è esaminato assai lungamente nella *Introduzione allo studio della filosofia naturale*, opera inglese del signor Tomlison.

derle uguali, e far sì che i gradi di una, siano esattamente d'accordo con tutte le altre; ciò si ottiene per mezzo di due *punti fissi di temperatura*, vale a dire, la temperatura del ghiaccio fondente, e la temperatura dell'acqua bollente. Il primo non varia mai, l'ultimo, varia pochissimo, e in condizioni che si conoscono perfettamente. S'immerge il termometro prima in uno, poi nell'altra, e in ambedue i casi si segna con cura l'altezza a cui giunge il mercurio; lo spazio tra questi due punti si divide con un compasso in gradi, che si possono estendere nello stesso modo sotto la temperatura del ghiaccio fondente, e sopra quella dell'acqua bollente. Questa temperatura del ghiaccio fondente si chiama spesso punto del gelo, perchè l'acqua comincia a gelare e il ghiaccio a sciogliersi alla medesima temperatura.

Quindi si vedrà che nella divisione o *graduazione* della scala termometrica i soli punti fissi ed invariabili sono il punto del gelo e quello dell'acqua bollente, che in tutti i termometri sono sempre gli stessi; lo spazio fra questi due punti può essere diviso in tanti gradi quanto piaccia al costruttore, e i gradi possono essere più larghi e in minor numero, o più piccoli e più numerosi. Nei termometri inglesi questo spazio o intervallo è diviso in 180 gradi, nei francesi in 100 gradi. In quest'ultima scala, detta *centigrada*, i gradi cominciano collo zero al punto del gelo, e giungono a 100 al punto dell'acqua bollente; nella misura inglese, chiamata scala di *Fahrenheit* dal nome del suo inventore, oltrechè i gradi sono più piccoli, lo zero è collocato 32 gradi sotto il punto del gelo, cosicchè il punto dell'acqua bollente in questa scala è a 212 gradi invece di 180.

È necessario sapere che per esprimere la parola grado, si fa uso sempre di un segno o simbolo, il quale ha la forma

di un piccolo ° o circolo collocato alla destra del numero come nei seguenti esempi :

Temperatura secondo il termometro centigrado.

Punto del ghiaccio fondente	0°.
Temperatura del sangue	37°.
Punto dell'acqua bollente	100°.

Sotto lo 0° i numeri saranno nella direzione opposta, e si distinguono dai gradi ordinari pel segno negativo (-). Perciò, la temperatura alla quale si gela il mercurio è espressa dal segno — 47°.

Si adopera talvolta per riempire i termometri lo spirito di vino, ed anche l'aria per usi speciali, ma quelli fatti col mercurio sono più utili.

Un'altra curiosa proprietà del calore è quella di poter penetrare differenti sostanze, o per così dire, viaggiare attraverso ad esse, e passare dall'una all'altra quando queste sono accosto. Questa proprietà si chiama *conducimento del calore*, e si dicono buoni o cattivi *conduttori* del calore quelle sostanze che lo trasmettono con maggiore o minore facilità. Se una piccola verga di ferro, grossa come un dito e lunga due o tre centimetri, ha un capo collocato nel fuoco, l'altro capo in pochi minuti diverrà tanto caldo da non potervi posare sopra la mano, mentre invece un bastoncino di vetro della stessa dimensione può essere fuso per metà dal fuoco, prima che il calore sia penetrato all'altra metà tanto da sentirlo. Qui si dice che il ferro è un buon conduttore del calore, comparato al vetro che è cattivo conduttore. Generalmente i metalli sono buoni conduttori; le pietre, le stoviglie, il vetro, il legno, il carbone, l'acqua e l'aria, sono cattivi conduttori del calore. Tuttavia, l'acqua e gli altri liquidi divengono presto caldi allorchè si pongono sul

fuoco; questo però accade, non per effetto di facile conduimento, ma per un'altra ragione, che spiegheremo a suo tempo.

Abbiamo di già accennato ai mutamenti che avvengono nello stato fisico dei corpi per effetto del calore; dobbiamo ora aggiungere alcune parole su questo argomento. Il mutamento dallo stato solido al liquido, e dal liquido in quello di gaz o vapore, o in altre parole, i punti a cui fondono e bollono le differenti sostanze, semplici o composte, hanno luogo secondo leggi fisse ed invariabili. Il punto in cui si fonde la stessa sostanza è sempre lo stesso col termometro; il punto dell'ebullizione è pure sempre uguale, se non è disturbato da cause, le quali, come già abbiamo menzionato, si comprendono e si possono prevedere. L'esempio dell'acqua ci mostra a meraviglia questa perfetta regolarità, che è pienamente universale, cosicchè in pratica i punti a cui l'acqua si fonde e bolle, come si osserva col termometro, sono sovente del più grande aiuto per distinguere tra loro le sostanze che si rassomigliano molto fra loro, avendo ognuna il suo punto particolare di fusione e di ebullizione.

Il processo chiamato *distillazione* consiste nel convertire per mezzo del calore un liquido in vapore, e quindi condensare quel vapore, ossia ritornarlo allo stato liquido raffreddandolo; si adopera questo processo per separare le une dalle altre quelle sostanze, che differiscono in volatilità, che cioè richiedono differenti gradi di calore per essere convertite in vapore. Quindi, per fare il rum, si espone all'aria e si fa fermentare un liquido che contiene zucchero insieme con altre sostanze; in tal modo si distrugge lo zucchero e in parte si converte in spirito, che allora vien separato dall'acqua, cui è unito per mezzo della distillazione. Essendo lo spirito più volatile dell'acqua, bolle primo e comincia subito a distillarsi, dapprima in gran copia, ma poi sempre meno, fin-

chè tutto sia separato, e non cada nel condensatore altro che acqua.

Nel modo stesso, si può rendere dolce e pura l'acqua salsa per via della distillazione, perchè l'acqua sola si vaporizza, e il sale rimane indietro nel recipiente, non essendo volatile alla temperatura dell'acqua bollente, e non lo è invero che ad altissime temperature. Gli istrumenti o apparecchi adoperati per la distillazione differiscono tra loro moltissimo nella forma e nei materiali, essendo adatti ai diversi usi a cui sono applicati, ma il principio è sempre lo stesso; vi deve essere una caldaia, ove il liquido si converte in vapore per via del calore, ed un condensatore ove questo vapore ritorna allo stato liquido. Quest'ultimo molto sovente non è altro che una pipa ritorta, o *storta*, immersa in una tinozza d'acqua fredda. Per gli acidi ed altri corrosivi adoperati nella chimica bisogna far uso di vasi di vetro.

La conversione di un liquido in vapore può aver luogo senza bollimento, e ad una temperatura molto al di sotto del punto di ebullizione del liquido. Se si pone in un piatto un po' d'acqua o un po' di spirito di vino, e si espone all'aria, in breve si asciuga il liquido, o si *svapora* durante il tempo caldo, e specialmente se il vento vi soffia sopra. Questo svaporamento avviene soltanto alla superficie, e quindi differisce dal vaporizzamento per via dell'ebullizione, mancando le bolle di vapore, che in quel caso si formano al fondo e ai lati caldi del vaso; si alzano attraverso il liquido, e si rompono alla superficie. È per questa ragione che il vapor d'acqua è sempre presente nell'aria in maggiore o minor quantità, in uno stato perfettamente gassoso ed invisibile, ed è per il condensamento o liquefazione di una parte di questo vapore nelle regioni superiori dell'aria per via del freddo, che si formano le nuvole. Si dice che queste sono dapprima composte di bollicine o vescichette di

acqua liquida, che poi si rompono e cadono assieme in gocce; le gocce unendosi fra loro aumentano rapidamente di volume, ed alla fine giungono sulla terra in forma di pioggia. Questa pioggia è fatta di acqua distillata con un processo naturale; il calore del sole cagiona uno svaporamento abbondante e rapido sulla superficie del mare, della terra umida, e sulle foglie degli alberi, e delle piante; questo vapore torna di nuovo in forma liquida nel modo testè descritto. La terra è perpetuamente rinfrescata, e vien rinnovata la sua fertilità dalle piogge di acqua dolce, derivanti dalla distillazione dell'acqua salsa. L'acqua penetra nel terreno, portando con sè i materiali (ottenuti principalmente dall'aria) destinati al nutrimento delle piante. Quella che non è presa e consumata da queste, scorre sotto terra nelle parti sabbiose e leggere, finchè, arrestata da uno strato di argilla, o di qualche altra materia cui non possa penetrare, esce fuori in forma di sorgente. Allora si forma un rivoletto, il quale scorrendo giù nella valle, ed unendosi lungo il tragitto a parecchi altri ruscelli, si accresce e diviene un fiume, il quale finisce per versare le sue acque nuovamente nell'oceano.

Bisogna comprendere bene, inoltre, che non tutte le sostanze solide possono essere fuse e vaporizzate, nè che qualunque liquido può essere solidificato, nè ogni vapore può condensarsi; molti composti non sentono l'azione del calore senza una scomposizione chimica; e parimente i nostri mezzi per produrre il caldo e il freddo, specialmente quest'ultimo, non sono sempre sufficienti a produrre il mutamento che si desidera. Quindi vi sono certe sostanze conosciute da noi soltanto in istato gassoso, come l'ossigeno, l'azoto e l'idrogeno, che sono i materiali dell'aria e dell'acqua, i quali, per non aver mai potuto noi ottenere un freddo abbastanza intenso, non si sono mai potuti ridurre allo stato solido, e

neppure allo stato fluido, e per questa ragione si chiamano *gas permanenti*. In tutto il resto, però, essi rassomigliano esattamente ai vapori condensabili; ed infatti molte sostanze di questa sorta, le quali pochi anni fa sarebbero state descritte come quelle da noi testè nominate, sono state ultimamente liquefatte ed anche rese solide, per aver l'uomo scoperto mezzi più potenti per produrre il freddo. D'altronde parecchi metalli possono appena venir fusi dal più violento calore prodotto artificialmente, e per conseguenza non possono venire volatilizzati con nessun mezzo finora conosciuto, dacchè la volatilità in quasi tutti i casi richiede una temperatura molto più alta che non quella della liquefazione o fusione.

Da questa fatto dobbiamo trarre il seguente ammaestramento che: — le varie sostanze differiscono tra loro nelle loro relazioni col calore, vale a dire, nel modo in cui si comportano allo stesso grado di calore. perchè, mentre alcune sono solide alla temperatura comune dell'aria, altre sono liquide o anche gassose, per isciogliersi o volatilizzarsi ad un punto di calore comparativamente basso.

IV.

CALORE LATENTE; CAPACITA'
PEL CALORE.

Quando si mescolano assieme a uguale peso acqua calda e fredda, si trova che la temperatura del miscuglio è la metà di quella che era per l'una e per l'altra; ma se fossero mescolati pesi eguali di acqua calda e ghiaccio pesto, si troverebbe che la temperatura di questo miscuglio è *molto più bassa* del punto medio delle due temperature. Se per esempio, il ghiaccio fosse a 0° e l'acqua a $78^{\circ},8$ C. (centigrado), il miscuglio avrebbe solamente la temperatura di 0° . Sarebbe però tutta acqua, e il ghiaccio sarebbe interamente sciolto. Ora questa perdita apparente del calore, che giungeva a $78^{\circ},8$ C., è in rapporto col mutamento in questione, cioè, la conversione del ghiaccio in acqua. Si dice allora che il calore è divenuto *latente*, da una parola latina che significa nascondere.

Quando l'acqua gela, segue l'effetto opposto, e la stessa quantità di calore viene espulsa o si svolge. Con una disposizione particolare, si può raffreddare l'acqua molto al disotto del punto del gelo senza produrre ghiaccio. Ponendo acqua pura in un vaso di vetro perfettamente pulito e in un luogo tranquillo, in tempo sommamente freddo, si può far discendere la sua temperatura di cinque gradi e più sotto il punto del gelo, senza che si produca ghiaccio. In questo stato se fosse scossa o disturbata, una piccola porzione gelerebbe istantaneamente, e la temperatura di tutto

il miscuglio d'acqua e ghiaccio salirebbe a 0°. Questo fatto è cagionato dal calore che si svolge in quella quantità comparativamente piccola di acqua che diviene ghiaccio.

Quindi è evidente che, quando nell'inverno l'acqua si accosta alla temperatura del punto del gelo, invece di un po' più di freddo per convertirla in ghiaccio, è necessario un freddo lungo e crudo per questo scopo, dacchè tutto il calore latente svolto da ogni più piccola porzione di acqua che gela successivamente, deve essere portato via e adoperato prima che altro ghiaccio possa essere formato. D'altra parte, le grandi masse di neve e di ghiaccio che si accumulano durante l'inverno, in molti paesi di montagna, rendono latente nella loro liquefazione una quantità così grande di calore, che anche nel mezzo dell'estate quelle nevi si sciolgono lentamente, e forniscono corsi d'acqua regolari e moderati, i quali alimentano i grandi fiumi della terra, invece di formare subitanee e disastrose inondazioni, ciò che seguirebbe se accadesse un rapido scioglimento di quelle nevi.

Ciò che abbiamo affermato per l'acqua è perfettamente vero per tutte le altre sostanze; il passaggio dallo stato solido al liquido è sempre accompagnato da una perdita apparente di calore, ed il mutamento opposto da sviluppo di calore, quantunque a gradi differenti secondo le diverse sostanze.

Nello svaporamento, il calore diviene latente, sovente in un grado straordinario, e di nuovo torna libero, nella stessa quantità per via del condensamento. Il vapore passato nell'acqua fredda rivela poteri riscaldanti molto notevoli; ma d'altra parte per ridurre l'acqua in vapore è necessaria una grande quantità di calore. Tutti questi effetti si vedono molto bene nel processo della distillazione, e nell'azione dell'apparecchio condensatore del vapore.

Lo svaporamento dei liquidi alla superficie, descritto poc'anzi, è accompagnato sempre dal freddo, essendo dal vapore portato via il calore allo stato latente. Il grado di freddo prodotto dipende dalla rapidità con cui segue lo svaporamento. La mano bagnata sente il freddo, e la pallina del termometro inumidita fa scendere la temperatura in modo visibile sullo strumento, quantunque l'acqua in cui fu immersa non fosse più fredda dell'aria. Facendo questi esperimenti con un liquido più volatile dell'acqua, come sarebbe l'etere, gli effetti ottenuti sono anche più evidente. Per questo principio, con una disposizione particolare, si può gelare l'acqua con un rapido svaporamento di una parte di essa.

Le differenti sostanze non si risentono egualmente della stessa quantità di calore; vale a dire, ci vogliono differenti quantità di calore per portare uguali quantità di corpi differenti allo stesso grado di temperatura. Non si suppone qui che accada nessun mutamento di stato, la sostanza, sia solida o fluida, rimanendo solida o fluida durante lo esperimento. Se si compara in questo modo l'acqua, l'olio e il mercurio, si troverà che, per portare uguale quantità di questi liquidi ad un certo numero di gradi, ci vorrà minor calore reale per l'olio che non per l'acqua, e molto meno pel mercurio che non per l'olio. Per questa ragione, se si mescolasse la medesima quantità di acqua calda e di olio freddo assieme, e si osservasse la temperatura col termometro, si troverebbe questa più *alta* che non la temperatura media dei due; e, rovesciate le condizioni dello esperimento, se si ponessero acqua fredda e olio caldo assieme, si troverebbe la temperatura più *bassa* della media. Questo fatto si esprime dicendo che questi corpi hanno *differente* capacità pel calore, avendo l'acqua maggior capacità pel calore, l'olio meno, e il mercurio meno ancora. Ogni

sostanza ha la sua capacità propria pel calore, ma di tutte quelle finora esaminate, l'acqua è quella che sta moltissimo sopra le altre.

Questo è un argomento curioso ed importante e molto difficile, il quale non si può pienamente svolgere in una operetta come questa.

V.

GRAVITA' SPECIFICA, O PESO.

Le parole *leggiere* e *pesante*, nel linguaggio comune, sono quasi sempre adoperate in un senso particolare, intendendosi qualche cosa di più di quello che esprimono realmente; esse si connettono coll'idea di *volume*. Si dice che un pezzo di piombo è pesante, e un pezzo di legno di pino leggiere, perchè, se si prendono pezzi di queste materie di *volume uguale* e si comparano, il peso del primo eccederà di molto quell'ò del secondo. Per segnare ed esprimere in modo esatto questa connessione famigliare e comune tra peso e volume, si adopera il vocabolo *peso specifico* o *gravità specifica*.

Quindi un recipiente che contenga 1000 grammi di acqua ne conterrà 1080 di sugo di canna da zucchero, 1340 di melassa, 1840 di acido solforico, 13,500 di mercurio, e soltanto 830 di spirito di vino. Questi numeri danno la comparazione dei pesi allo stesso volume; in altre parole, rappresentano il peso specifico dei corpi sunnominati, ponendo che il peso specifico dell'acqua sia rappresentato da 1000.

Nello stesso modo si può comparare il peso dei medesimi volumi di corpi solidi e dei gas, sia tra loro, sia coi liquidi.

Onde formare una tavola dei pesi specifici delle varie sostanze, è necessario scegliere una di queste per punto di partenza, o termine di comparazione, e darle un numero che rappresenti il suo particolare peso specifico, e allora cercare, per via di esperimenti, in quale proporzione questo peso stia col peso di un egual volume degli altri corpi che debbono essere esaminati, ovvero quante volte esso sia contenuto in queste ultime: i numeri segnati saranno il peso specifico di quelle sostanze. In pratica, si prende sempre l'acqua come punto di comparazione pei solidi e pei liquidi, e l'aria atmosferica pura pei gas, e i numeri 1 o 1000 come loro peso specifico; questo si fa soltanto per convenienza, perchè si potrebbe scegliere qualunque altra sostanza e qualunque altro numero. Nella tavola seguente il peso specifico o la gravità specifica di alcune sostanze sono segnati per dare un esempio. Nella prima colonna di numeri, l'acqua e l'aria sono segnate a 1000, e nella seconda colonna rese uguali ad 1, adoperandosi i decimali; l'ultimo metodo è generalmente seguito.

Solidi e liquidi.

Peso specifico o gravità specifica.

	Acqua	1000	1.
Platino		21500	21.500
Oro		19500	19.500
Piombo		11450	11.450
Argento		10500	10.500
Rame		8960	8.960
Ferro		7800	7.800
Diamante		3500	3.500
Cristallo di rocca		2600	2.600

Vetro	2320	2 520
Cera	964	0 964
Mercurio	13500	13.500
Acido solforico	1840	1.840
Olio di tr. bentina	865	0.865
Spirito di vino forte	830	0.830
Etere	720	0.720

Gasi

Aria atmosferica	1000	1.
Ossigeno	1106	1.106
Idrogeno	69	0.069
Azoto	972	0.972
Acido carbonico	1524	1.524
Cloro	2470	2.470

Alcuni dei metodi sperimentali, coi quali si determina il peso specifico dei corpi, possono essere qui brevemente menzionati.

Coi liquidi, nulla di più facile, dacchè non vi è altro da fare che pesarli nella medesima bottiglia o fiasco, ripieno fino ad un dato punto, e compararne il peso con quello di un egual volume di acqua distillata. La temperatura, però, deve essere accuratamente osservata, e non deve variare da un dato punto di temperatura prescelto, poichè i diversi liquidi si espandono pel calore in modo molto differente l'uno dall'altro. Si adopera comunemente un recipiente, che contenga esattamente 50 grammi d'acqua a 15°,5 C., e ciò per evitare il piccolo calcolo che un numero dispari renderebbe necessario.

Colle sostanze solide in massa, la cosa potrebbe parere più malagevole, ma si opera con quasi uguale facilità per

via di una scoperta fatta anticamente da un filosofo di Siracusa in Sicilia, chiamato Archimede. Un corpo solido immerso in un liquido sembra perdere una porzione del suo peso, ovvero essere sorretto in parte dal liquido; una pietra, troppo pesante perchè possa esser sollevata colla mano, si può muovere sott'acqua con somma agevolezza. Il suo peso pare diminuito, in quanto che essa è realmente sostenuta dall'acqua. Ora non vi è difficoltà a provare, tanto coll'esperimento, quanto col ragionamento, che in tutti questi casi la perdita di peso apparente è precisamente uguale al peso del liquido spostato dal corpo solido, cioè a quello del suo proprio volume. Per determinare quindi il peso specifico di una massa di materia solida, non abbiamo che a pesarla, come si fa comunemente, nell'aria, e poi attaccarla ad una cordicella e pesarla immersa nell'acqua pura a 15°, 5C. Pesa molto meno; la differenza essendo il *peso di un egual volume di acqua*, che è tutto quello che desideriamo conoscere. Da ciò deriva quella regola, che si trova nei libri: — « Dividete il peso ottenuto nell'aria colla *perdita di peso* che si scorge nell'acqua, ed il quoziente sarà la gravità specifica ».

Tutte queste operazioni sono guidate dal medesimo principio, sebbene il metodo sia stato sovente alterato, per ragione delle circostanze, come per esempio, quando una sostanza deve essere esaminata sia in frammenti o in polvere, o più leggiera dell'acqua, o solubile in quel liquido.

Si chiamano idrometri quegli apparecchi galleggianti, che sono spesso adoperati per trovare la gravità specifica dei liquidi, invece di adoperare una bottiglia o una bilancia. In un liquido denso e pesante, l'idrometro galleggia alla superficie, ed in uno più leggero si affonda di più dacchè, per galleggiare, un corpo deve spostare tanto del liquido in cui è collocato, quanto è il suo proprio peso. Perciò, graduando

a dovere il tubo di questo strumento, si giunge ad ottenere la cognizione che si desidera, dentro certi limiti.

La gravità specifica dei gas si trova collo stesso principio di quella dei liquidi, vale a dire, prendendo un globo di vetro, pesandolo quando è pieno di aria asciutta, vuotandolo dell'aria e ripesandolo nuovamente, e ripesandolo per la terza volta quando è pieno di gas. Si ottengono così i pesi di eguali volumi di aria e di gas. L'esperimento richiede però, in pratica, molte precauzioni ed una gran cura, oltre ad apparecchi costosi e perfetti, se si vuole l'esattezza.

Il modo con cui i liquidi, i quali sono molto cattivi conduttori di calore, divengono caldi rapidamente quando si colloca il fuoco sotto il fondo del vaso che li contiene, si comprenderà ora facilmente. La parte vicina al fondo, scaldandosi, si espande; perciò il suo peso specifico vien diminuito: sa' e alla superficie, mentre al suo posto va un'altra porzione del liquido più fredda, e in conseguenza più pesante, che a sua volta si riscalda e si espande. In tal modo il calore del fuoco è *trasportato*, non condotto, a tutte le parti del liquido, mettendosi in moto correnti o movimenti, che ascendono nel mezzo, e discendono dai lati, e che sono facilmente visibili, quando l'esperimento venga fatto in un vaso di acqua sopra una lampada, aggiungendovi un tantino di segatura.

I gas, che sono ancor più cattivi conduttori dell'acqua, si scaldano nel medesimo modo. L'aria stessa si scalda così, essendo vicina alla terra scaldata dai raggi del sole, che passano attraverso all'atmosfera, senza scaldarla. Per questo riscaldamento disuguale si formano correnti d'aria, e questa è, invero, l'origine dei venti.

VI.

DESCRIZIONE DI ALCUNE DELLE PIU'
IMPORTANTI SOSTANZE ELEMENTARI.

1. Ossigeno.

Di tutte le sostanze elementari, questa è in natura la più abbondante, la più importante per gli esseri viventi, e quella con cui si deve cominciare lo studio degli elementi.

Noi conosciamo l'ossigeno soltanto in istato di gas; nessun grado di freddo finora ha potuto renderlo liquido o solido. L'ossigeno si ottiene agevolmente, facendo scaldare un sale chiamato clorato di potassa, e con molti altri mezzi che si apprendono nei libri di Chimica. Non ha colore, ed è invisibile; è un po' più pesante dell'aria comune, volume per volume; e non è disciolto o *assorbito* in grado notevole dall'acqua. La sua proprietà più rimarchevole è quella di alimentare la *combustione*, o il fuoco. Un cerino acceso, quando venga immerso in una bottiglia di ossigeno, brucia con maggiore splendidezza; e se, prima d'introdurlo nella bottiglia, venga spento in modo da rimanere ancora incandescente il lucignolo, esso si riaccende istantaneamente. Il carbone, l'esca, lo zolfo ed il fosforo bruciano nell'ossigeno molto più rapidamente e intensamente che non nell'aria; la fiamma del fosforo diviene tanto abbagliante, che l'occhio non può fissarla. Il filo di ferro sottile e le molle da orologio di acciaio bruciano in questo gas brillantemente, mandando sprazzi di scintille; e cadono in forma

di gocce o pallottoline tanto intensamente calde che, quando cadono nell'acqua, rimangono visibilmente rosse per alcuni secondi. Questi sono gli effetti che si osservano, quando le sostanze combustibili sono bruciate nell'ossigeno puro.

Il potere che possiede l'aria comune di alimentare la combustione è dovuto interamente all'ossigeno che essa contiene, essendo l'aria un miscuglio di questo gas con un altro, del quale diremo, per descriverlo in poche parole, che è interamente inerte, non prendendo parte alcuna in ciò, e serve solamente, a quanto noi possiamo giudicarne, a moderare e diminuire la violenza con cui altrimenti seguirebbe la combustione. L'effetto, infine, è uguale coll'ossigeno e coll'aria comune; la sola differenza è, che nel primo caso si accresce l'energia, il calore e la luce.

L'aria comune è necessaria a mantenere la vita vegetale ed animale, al paro della combustione; e questo è pure dovuto all'ossigeno che essa contiene, senza il quale tutte le creature perirebbero sulla terra e nelle acque. Un animale, però, non può respirare l'ossigeno puro per molti minuti senza danno e senza che ne segua la morte; l'ossigeno deve essere indebolito o *diluito* nel modo summenzionato, perchè possa sostenere la vita. L'ossigeno ha il potere maraviglioso di entrare in combinazione con altre sostanze di tutte le classi, formando così innumerevoli composti, e presentando ogni varietà di stato, di aspetti e di proprietà. Questi composti si chiamano sovente *ossidi* — nome che è importante tenere a memoria. Quindi abbiamo ossidi di metalli, ossidi di solfo, di fosforo, e di moltissimi altri corpi, i quali sono nuovamente, per maggior comodità, divisi in scompartimenti più piccoli. Molto frequentemente l'ossigeno si unisce colla medesima sostanza in parecchie differenti proporzioni, formando altrettanti distinti e differenti composti. La sua importanza è tale da non essere mai abbastanza apprezzata.

La proprietà di riaccendere il lucignolo incandescente del cerino, quella di non essere assorbito sensibilmente dell'acqua fredda, e quella di non aver colore, nè odore, distinguono l'ossigeno da tutte le altre sostanze conosciute.

2. *Idrogeno.*

Se si prende un piccolo tubo di ferro, come per esempio una vecchia canna da fucile, e si riempie in parte con limatura di ferro, e si pone sopra il fuoco in modo da far venir rossa la sua parte di mezzo, mandando intanto attraverso il tubo un po' d'acqua per via di una piccola caldaia, dall'altro capo del tubo uscirà un gas, il quale, accostandovi un lume, prenderà fuoco, bruciando con fiamma pallida e giallognola. Questo gas è l'*idrogeno*.

In questo bell'esperimento, l'acqua, la quale è un composto di ossigeno ed idrogeno, si scompone; l'ossigeno è trattenuto dal ferro, ed entra in combinazione con esso, producendo ossido di ferro, quella medesima sostanza che si ottiene quando si brucia una molla di orologio entro un vaso pieno di gas ossigeno. L'idrogeno, non potendo combinarsi col ferro, è reso libero, ed esce. Se il tubo e la limatura fossero pesati prima dell'esperimento, e ripesati dopo nuovamente, sarebbe evidente l'aumento di peso dovuto all'ossigeno aggiunto.

Si ottiene sempre l'idrogeno, quando è necessario per gli esperimenti, scomponendo l'acqua, ciò che può farsi con mezzi più facili di quello da noi descritto. Lo zinco, messo nell'acido solforico diluito, si discioglie, mandando fuori in abbondanza idrogeno puro. Lo zinco scompone l'acqua, combinandosi coll'ossigeno e respingendo l'idrogeno, mentre l'ossido di zinco così prodotto si discioglie nell'acido. Il ferro e qualche altro metallo si comportano nello stesso modo.

L'idrogeno è la sostanza più leggiera che si conosca; quindi l'uso che se ne fa pei palloni aerostatici. Questi sono immensi sacchi rotondi di seta inverniciata, i quali, quando sono pieni di idrogeno o di qualche altro gas leggero, possono alzarsi e galleggiare nell'aria, anche se vi si attaccano corpi pesanti. L'idrogeno interamente puro non ha odore, non è velenoso, ma però non alimenta la vita. L'acqua non lo discioglie. Quando è acceso, brucia con fiamma pallida e giallognola, mandando molto calore, ma poca luce, e riproducendo acqua.

La conoscenza della composizione dell'acqua è la scoperta più importante che sia stata fatta dalla chimica, e fortunatamente può essere compiutamente provata per via di esatti esperimenti. Quando si mescolano due misure di idrogeno puro ed una misura di ossigeno puro in un vaso di vetro dalle forti pareti, e si accendono con mezzi acconci, ha luogo una violenta esplosione, ed ambedue i gas scompaiono interamente. L'interno del vaso si trova inumidito di acqua pura, che si è formata per l'unione dei due gas nelle proporzioni volute. Ora l'ossigeno è, volume per volume, precisamente sedici volte più pesante dell'idrogeno; i relativi pesi, perciò, di una misura di ossigeno e di due di idrogeno devono essere nella proporzione di 16 a 2, o di 8 ad 1. L'acqua, in conseguenza, consiste in peso di 8 parti di ossigeno ed 1 parte di idrogeno. Vi sono altri metodi, anche più esatti di questo, che conducono alla medesima conclusione.

Un miscuglio di ossigeno e di idrogeno, fatto in una bottiglia comune da acqua di soda, e acceso con un filo di ferro arroventato, o un fiammifero, esplode con forte scoppio. Si adopera per lo stesso esperimento una piccola vescica, piena di quel miscuglio, col collo ben chiuso, e si fora poi la vescica con un filo di ferro arroventato. Un miscuglio di idrogeno ed aria comune atmosferica esplode quando

vi si dà fuoco, ma con molto minor violenza che non quando si adopera l'ossigeno puro. Tutti questi esperimenti richiedono gran cura per scansare gli accidenti.

L'acqua perfettamente pura s'incontra di raro in natura; anche l'acqua piovana, che è la più pura di tutte, contiene piccole quantità d'impurità, e quella delle sorgenti e dei fiumi ne contiene molto di più; perchè l'acqua, filtrando attraverso il terreno, non può a meno di disciogliere in quantità maggiore o minore le varie sostanze che incontra lungo la sua via. Talvolta queste sostanze sono assorbite dall'acqua in tal quantità, che essa acquista un sapore particolare ed attive proprietà medicinali: tale è l'origine delle sorgenti dette minerali. Quindi abbiamo in alcune parti della terra sorgenti, che contengono grandi quantità di sale comune; altre che contengono sali di calce e di magnesia; altre in cui si trova il ferro; ed infine, lo stesso grande oceano, l'acqua del quale è insopportabilmente salata ed amara per la stessa ragione.

3. Azoto.

Questo è il gas di cui abbiamo parlato sopra, dicendo che esiste nell'aria e diluisce l'ossigeno tanto da moderarne l'attività e renderlo atto a mantenere propriamente la vita, la combustione, e compiere i molti altri suoi uffizi. L'azoto puro si ottiene, bruciando un pezzo di fosforo in un vaso di vetro o in una bottiglia contenente aria, collocata in un vaso pieno d'acqua; il fosforo si unisce all'ossigeno dell'aria, nell'atto della combustione lo assorbe tutto, e lascia libero l'azoto.

L'azoto puro è privo affatto di odore; spegne istantaneamente la fiamma, e non può sostenere la vita. Non è mai stato liquefatto o gelato.

L'aria atmosferica è un miscuglio di quasi quattro parti di azoto con una parte di ossigeno; essa contiene inoltre piccole quantità di altre sostanze gassose, come per esempio vapor d'acqua, acido carbonico, e ammoniaca. La sua composizione è quasi sempre la stessa in tutte le parti del mondo ed a tutte le altezze, dal livello del mare alla cima delle più alte montagne; e questo è un fatto notevolissimo, dacchè i gas, di cui l'aria è composta, differiscono nel peso specifico, essendo l'azoto molto più leggero dell'ossigeno, e l'acido carbonico molto più pesante. Essi non tendono mai a separarsi, come fanno l'olio e l'acqua, ma rimangono uniformemente mescolati. Questa tendenza a mescolarsi è una proprietà costante nei gas, in ogni circostanza osservata; essa è una proprietà di grande importanza.

L'atmosfera, o invoglio di aria che sta intorno alla terra, si estende ad una grande altezza, di 45 o 50 miglia, facendosi sempre più sottile, o meno densa, dal livello del mare in su. Questo deriva dal fatto che l'aria e i gas, in generale, sono sommamente *elastici*: essi cedono ad una forte pressione, lasciandosi ridurre facilmente ad un piccolo volume, e di nuovo gonfiandosi o espandendosi quando la pressione è diminuita. Ora l'aria, che è collocata alla superficie della terra e del mare, dovendo sopportare il peso di tutta l'aria soprastante, sostiene la più gran somma di compressione o stringimento; e questo peso diviene minore man mano che cresce l'altezza, cosicchè l'aria della parte superiore dell'atmosfera diviene eccessivamente espansa.

Il peso o la pressione dell'aria alla superficie della terra è grandissimo, essendo quasi 6 chilogrammi e mezzo sopra ogni 6 centimetri quadrati. L'esatta pressione è misurata da un istrumento detto Barometro.

Il colore azzurro del cielo è realmente il colore dell'atmosfera, che in grandi masse presenta sempre questa tinta;

nello stesso modo l'azzurro intenso dell'oceano mostra il colore dell'acqua, e ciò si osserva solo quando l'acqua è profondissima e perfettamente chiara.

L'aria atmosferica è un semplice miscuglio di azoto ed ossigeno; vi sono, però, non meno di cinque *compesi* distinti di questi elementi, nei quali essi sono combinati in proporzioni differenti. Il più importante è l'*acido nitrico*. Questo si ottiene comunemente, distillando *nitro* o *salnitro* con acido solforico, e formando così un liquido molto corrosivo, color gialliccio, che all'aria manda fumo, intacca la pelle, e discioglie parecchi metalli, come il rame, l'argento ed altri.

4. Carbonio.

Lo stato perfettamente puro in cui si trova in natura questa sostanza elementare, è solo quello del diamante; questa bella e meravigliosa gemma è composta di carbonio puro cristallizzato. Il minerale chiamato *piombagine* o *grafite* è parimente composto di carbonio, ma meno puro, ed è molto differente dal primo nell'apparenza e nelle proprietà. Il carbonio si trova in grande abbondanza combinato con altre sostanze; le piante e gli animali, e le sostanze derivate da essi, e quindi chiamate *sostanze organiche*, contengono sempre carbonio, combinato coll'idrogeno, coll'azoto, coll'ossigeno, e con altri elementi. L'acido carbonico esiste nell'aria; unito alla calce, forma varietà innumerevoli di marmi, di pietra calcarea, di roccia corallina, ecc., ecc.

Quando il legno è scaldato fortemente ed in modo che poca o nessuna aria vi giunga sopra, per cui non può bruciare e consumarsi totalmente, rimane il *carbone*. Questo carbone è carbonio impuro; l'idrogeno e l'ossigeno del le-

gno, con una parte del carbonio, sono stati tolti via dal calore, e il resto del carbonio è rimasto.

Il carbone di terra, le ossa degli animali, e molte altre sostanze, simili, trattate nello stesso modo, danno una specie di carbone utile per varii oggetti. La fuliggine dell'olio e della pece, detta *nero fumo*, è composta quasi interamente di carbonio. Nessun corpo può essere tanto dissimile dall'altro, quanto il nero fumo dal diamante, eppure la loro natura chimica è quasi la stessa; pare che la differenza derivi dall'essere uno cristallizzato, e l'altro no.

Quasi tutte le sostanze solide, in circostanze favorevoli, hanno il potere di prendere una forma o figura regolare geometrica, la quale è accompagnata e dipendente da una struttura regolare. Si dice allora che le sostanze *cristallizzano* o formano *cristalli*, la forma dei quali è molto uniforme per lo stesso corpo, e assai sovente ci serve come una guida per distinguere bene la stessa sostanza, perchè ognuna ha la sua figura particolare di cristallizzazione. Quindi si possono distinguere il sale comune ed il nitro, prendendo il primo sempre la forma quadrata o cubica, e il secondo quella di una figura a sei lati allungati. Che questi cristalli posseggano una struttura regolare, e sieno costrutti come sarebbero le fila e gli strati di piccolissime porzioni della sostanza in maniera regolare, è provato dal modo in cui essi si fendono o si spezzano; il che avviene sempre in direzione particolare. Ora si è osservato che l'atto della cristallizzazione produce talvolta un gran mutamento nella esterna apparenza, nel colore, nella durezza, e in altre proprietà delle sostanze, rimanendo tuttavia inalterata la loro natura chimica; e tale sembra essere il caso del diamante.

Abbiamo già fatto menzione parecchie volte dell'acido carbonico; esso è quel composto che si forma sempre quando

il carbonio, in qualunque forma esso sia, brucia nell'aria o nel gas ossigeno. Si ottiene agevolmente, però, versando un acido qualunque sulla pietra calcare; quando l'acido si unisce alla calce, manda libero l'acido carbonico in stato di gas senza colore, senza odore quando è misto all'aria, pesante-simo, che spegne all'istante un lume, e che soffoca in un momento qualunque animale che s'immerga in esso. Queste sono le sue proprietà più rilevanti; inoltre si discioglie molto bene nell'acqua fredda, e rende l'acqua di calce lattiginosa, unendosi colla calce presente.

Si producono costantemente immense quantità di acido carbonico dai nostri fuochi e dalle fornaci; la fermentazione e la putrefazione degli animali e delle materie vegetali ne produce pure. Nella respirazione se ne forma abbondantemente. Questa è la ragione per cui è necessario un continuo rinnovamento di aria per mantenere la salute e la vita; e perciò le persone soffrono tanto, quando sono affollate in stanze chiuse: — esse respirano veleno.

È strano a dire, però, che l'acido carbonico, tanto nocivo agli animali, sebbene venga prodotto da essi, sia di tanta importanza per le piante, le quali invero vivono per esso, assorbendolo dall'aria, e scomponendolo colle loro grandi foglie alla luce del sole, in tal modo da conservare il carbonio ed espellere l'ossigeno — processo meraviglioso, che noi possiamo enunciare, ma non comprendere nè imitare.

L'acido carbonico, in peso, è composto di 6 parti di carbonio e 16 parti di ossigeno; in volume, contiene l'esatto suo volume di ossigeno.

Vi è un altro composto del carbonio coll'ossigeno, un gas combustibile chiamato *ossido di carbonio*, ma che è di minore importanza.

5. *Solfo.*

Il solfo, o zolfo, è un corpo elementare di grande importanza e di interesse scientifico. Si trova allo stato libero e in combinazione nell'isola di Sicilia, ed altrove; combinato col ferro, col rame e con altri metalli, si trova in molte parti del mondo; e nella condizione di acido solforico, unito alla calce e alla magnesia, esiste nel gesso e nel sale amaro dell'acqua marina.

Il solfo è una sostanza solida di un giallo pallido, fragile, senza sapore nè odore; è un poco più pesante dell'acqua. Si scioglie ad un calore lieve, e ad una temperatura più alta bolle e si converte in vapore, se l'aria è espulsa via; altrimenti il solfo prende fuoco e si abbrucia. Sciogliendolo e raffreddandolo lentamente, si possono ottenere bellissimi cristalli. Non si scioglie nell'acqua nè nello spirito di vino.

Quando il solfo brucia nell'aria o nel gas ossigeno, produce un gas pesante, senza colore, soffocante, chiamato *acido solforoso*, che è pericoloso da respirare, ed è sommamente sgradevole anche in piccole quantità. Questo gas si scioglie facilmente nell'acqua fredda, ed ha la singolare proprietà d'*imbiancare*, o di distruggere molti colori vegetali.

Una soluzione di acido solforoso nell'acqua, tenuta in una bottiglia non chiusa ermeticamente, perde in pochi giorni il suo odore particolare, e acquista un sapore acido. Questo deriva dall'assorbimento che fa l'acido solforoso dell'ossigeno dell'aria, e dalla sua conversione in un nuovo acido, l'*acido solforico*, del quale abbiamo già parlato, che non si forma mai direttamente quando brucia il solfo, ma che si produce facilmente col susseguente ossidamento, che così è chiamato, dell'acido solforoso quando è disciolto nell'acqua. La solu-

zione di acido solforico ottenuto in tal guisa è debolissima ma si può rendere più forte, facendola bollire in un vaso di vetro o di porcellana finchè sia ridotta a piccolo volume; l'acqua svapora con una piccolissima parte d'acido, il quale è difficilissimo a volatilizzare. L'acido più forte che si ottiene allora è un liquido senza colore, che par olio, che pesa quasi due volte quanto l'acqua, di sapore intensamente acido, e atto a bruciare e distruggere molte sostanze vegetali ed animali. Perciò in questo stato è velenoso, e richiede grande precauzione nel maneggiarlo. Si consumano grandi quantità di acido solforico nelle arti, essendo manifatturato in grande con un processo speditivo e più agevole di quello testè descritto.

Nel linguaggio chimico, quando si nominano due acidi composti dei medesimi elementi, quello che contiene *meno* ossigeno vien designato colla determinazione in *oso*, e quello che ne ha maggior copia in *ico*: come nell'esempio precedente dei due acidi di solfo.

Vi sono moltissimi altri composti di solfo, alcuni dei quali hanno un carattere acido, che il lettore troverà descritti nei libri di Chimica; molti di essi sono di grande importanza ed interesse.

La sostanza elementare chiamata *selenio* rassomiglia moltissimo al solfo nelle sue proprietà; essa è rarissima.

6. Fosforo.

Il fosforo è uno dei più curiosi ed interessanti fra tutti i corpi elementari. In natura si trova sempre combinato coll'ossigeno, e forma l'acido fosforico; questo ossigeno può essere separato con mezzi artificiali, e il fosforo rimane libero. Esso è una sostanza che ha l'apparenza della cera bianca, molle, e che si scioglie con poco calore. Nell'oscurità

pare circonda da un pallido e luminoso fumo, il quale continua finchè il fosforo rimane esposto all'aria, e che è dovuto ad una lenta e tranquilla combustione del fosforo per via dell'ossigeno dell'aria; onde impedire questo, si conserva sempre nell'acqua. Ad una temperatura molto inferiore a quella dell'acqua bollente, il fosforo si accende e brucia con una bella fiamma bianca e brillante, producendo una nuvola di fumo bianco, che è l'acido fosforico. Il semplice calore della mano è talvolta sufficiente ad infiammare il fosforo, che allora scorre attorno come una fiamma liquefatta, facendo terribi i scottature, difficilissime da guarire: quindi abbisognano grandi cure per evitare disgrazie. L'odore di questa sostanza rassomiglia a quello dell'aglio. Non si scioglie nell'acqua, nè nello spirito di vino; infine esso è estremamente velenoso.

Vi sono parecchi composti di fosforo ed ossigeno; tutti, meno uno, hanno i caratteri degli acidi. Il più importante è l'acido fosforico. Questa sostanza si ottiene con varii mezzi, come, per esempio, bruciando il fosforo nell'aria asciutta; o da minerali che lo contengono, per via di un processo più difficile. Le ossa degli animali consistono in gran parte di acido fosforico combinato colla calce, ed è da questa sorgente che il fosforo, in generale, si prepara quasi sempre. Siccome le ossa, come tutte le altre parti di un corpo vivente, sono costantemente rinnovate, e nell'infanzia e nella gioventù crescono rapidamente di volume, così è necessaria nel cibo una provvista di acido fosforico e di calce; e forse la benevolenza e la sapienza di Dio non sono mai state tanto notevolmente dimostrate, come nella cura con cui è sempre fornita questa provvista. Il fosfato di calce si trova disciolto nel latte in modo notevole; i semi, le radici, la carne degli animali, e tutti i materiali ordinari del cibo contengono acido fosforico, e la quantità di questo è sempre maggiore

in quelle sorta di alimenti, in cui abbondano i principii nutritivi. Le piante non possono crescere senza acido fosforico, l'assenza del quale rende il terreno sterile e nudo, e in conseguenza si è veduto che le ossa bruciate o triturate sono sovente un eccellente concime.

L'acido fosforico puro, quando è sciolto nell'acqua, forma un liquido senza colore, di sapore fortemente acido, e in piccola quantità non è velenoso.

7. Silicio.

Il *Silicio* e il *Boro* sono elementi di cui possiamo ora tener parola. Queste sostanze si ottengono solo in quantità piccolissime, e con processi lunghi e difficili; esse sono importanti solamente quando formano composti coll'ossigeno: per esempio, l'acido silicico e l'acido boracico.

L'acido silicico, o silice, si trova perfettamente puro nel cristallo di rocca, e quasi puro nei minerali di quarzo, nella pietra focaia, nella calcedonia, e in parecchi altri. Si trova la silice in abbondanza combinata con alcuni ossidi metallici, come l'allumina, la calce e la potassa; parleremo a suo tempo di questi composti. La silice pura, come si trova nel cristallo di rocca, è una polvere bianca, senza sapore e sabbiosa, insolubile nell'acqua e negli acidi, ma che si combina cogli alcali, tanto fondendola, quanto facendola bollire, ciò però con maggior difficoltà, in una soluzione diluita d'acqua. Questo composto della silice con un alcali si ritrova nel vetro, il quale è fatto fondendo insieme polvere di silice con un sale di potassa o di soda, unito con calce o con ossido in piombo. Si adopera la silice anche per fabbricare la porcellana.

8. *Boro.*

Il Boro, e il suo composto coll'ossigeno, l'acido boracico, rassomigliano moltissimo al silicio e all'acido silicico, tranne in questo particolare, che l'acido boracico si discioglie nell'acqua, e si può ottenere facilmente in forma di cristalli. Si adopera in alcune arti.

9. *Cloro.*

Il *Cloro*, il *Bromo*, l'*Iodo* e il *Fluoro* formano un piccolo gruppo o famiglia di elementi, che hanno fra loro grande rassomiglianza e numerosi caratteri in comune; il primo è il più abbondante e il più importante in pratica.

Il Cloro si prepara generalmente applicando un fuoco debole ad una mistura di ossido nero di manganese e acido idroclorico. Esso è un gas di color giallo scuro, molto pesante comparato coll'aria, e di odore soffocantissimo; il respirarne piccole quantità produce una tosse violenta ed un'irritazione, che talvolta diviene molto pericolosa. Si discioglie nell'acqua fredda, alla quale comunica il suo colore e le sue proprietà.

Il carattere più notevole del cloro è la sua attitudine a distruggere ed imbiancare i colori di origine vegetale ed animale. I più forti principii coloranti, come l'indaco e la robbia, sono da esso sbiaditi e distrutti, senza che sia possibile ritornarli al loro colore primiero. Per questo si fa grande uso del cloro nella arti, nelle stoffe di lino e di cotone, e si fanno in tal modo imbiancare gli stracci adoperati nella manifattura della carta.

Il cloro combinato coll'idrogeno forma l'acido idroclorico o muriatico. Quando si mescolano assieme, in una bottiglia

di vetro a forti pareti, volumi eguali di questi due gas, e vi si dà fuoco, oppure si espone il vaso per un momento al sole, avviene una esplosione, e la bottiglia si trova piena di un gas senza colore, acidissimo e pungente (ma però molto meno irritante del cloro), il quale fuma quando si mescola con aria umida. Questo gas è l'acido idroclorico. Si discioglie molto facilmente nell'acqua, e dà una forte soluzione acida, che discioglie molti metalli, come fa l'acido nitrico; questa soluzione è conosciuta da molto tempo, essendo stata ottenuta prima dello stesso gas, distillando una mistura di sal comune ed acido solforico. Essa è di grande uso pratico chimico.

Il cloro si combina pure coi metalli, sovente con grande energia e violenza. I fogli di rame bruciano nel cloro; lo antimonio e l'arsenico in polvere, gettati nel gas cloro, si accendono. Un'esca accesa brucia in esso per un pezzo, con una fiamma rossa e fumante. I cloruri metallici, come si chiamano i composti dei metalli col cloro, formano una classe di corpi vastissima e interessante, molti dei quali sono del più gran valore pratico. Il sale comune è uno di questi, essendo cloruro del metallo sodio, ed altre numerose sostanze rassomiglianti al sale comune nei caratteri chimici. Il cloro si unisce anche col fosforo, col solfo, e con molti altri elementi, incluso l'ossigeno, e sovente in molte e differenti proporzioni.

10. *Bromo.*

Il Bromo è una sostanza molto più rara della precedente; si rinviene in piccola quantità nell'acqua marina, ed in certe sorgenti minerali, generalmente in combinazione col metallo magnesio. In istato puro, è un liquido di color rosso scuro, pesantissimo, molto volatile, e di un odore anche

peggiore di quello del cloro: il suo vapore è rosso; si discioglie fino ad un certo punto nell'acqua, e molto più facilmente nello spirito di vino. In tutti i suoi caratteri chimici, il bromo rassomiglia al cloro assai strettamente, combinandosi nello stesso modo coll'idrogeno e coi metalli, e spesso anche con violenza. Quindi abbiamo l'acido idrobromico, che si distingue appena per le sue proprietà dall'acido idroclorico, e abbiamo pure numerosi bromuri metallici.

11. *Iodo.*

L'Iodo è una sostanza solida, nera, brillante, cristallina, e differisce molto dal cloro e dal bromo; il suo vapore puramente è notevolissimo, avendo un bel colore violetto. Nei suoi caratteri chimici e nei modi di combinazione, però, corrisponde a quei corpi nel più stretto modo; anche nell'odore loro rassomiglia, ma è meno potente e offensivo. L'Iodo si trova nelle alghe marine, ed in pochissima quantità nell'acqua del mare.

12. *Fluoro.*

Il Fluoro è l'ultimo membro del gruppo. Pochissimo si sa intorno a questo elemento allo stato puro. La principale sorgente di esso è il bel minerale detto spatofluore, che è il fluoruro del metallo calcio; ed il composto più importante del fluoro è un acido coll'idrogeno, che si procura distillando lo spatofluore in polvere coll'acido solforico in una storta di platino. Questo acido ha la straordinaria proprietà di sciogliere il vetro.

VII.

DI CERTI COMPOSTI FORMATI
DALL' UNIONE DEI CORPI PRECEDENTI
FRA LORO.

Parecchi composti di altissima importanza, oltre quelli già menzionati, si formano colla unione che fanno tra loro gli elementi non metallici, come, per esempio, l' idrogeno *carbonato*, *solforato* e *fosforico*, e l' *ammoniaca*. Vi sono due sorta di gas idrogeno carbonato, l' uno detto gas luce, idrogeno carbonato, e l' altro gas oleifico. Ambedue si producono indirettamente; non potendosi combinare direttamente il carbonio coll' idrogeno, come il carbonio coll' ossigeno.

Il gas luce, idrogeno carbonato, sovente si forma naturalmente. Se si agita il fango di una palude, si veggono venire alla superficie bolle di gas, le quali si accendono applicandovi un lume, e bruciano con fiamma brillante. Gli strati di carbone fossile svolgono spesso questo gas dalle screpolature od aperture fatte dalla natura, che vengono allargate poi dalla mano dell' uomo; l' aria delle miniere di carbone fossile spesso diviene esplosiva per la copia che contiene di questo gas, cosicchè prende fuoco al contatto della candela del minatore, e gli sfortunati operaj periscono in fiamme, o sono soffocati dall' acido carbonico che si produce. Si può ottenere con mezzi artificiali il gas luce idro-

geno carbonato, facendo, per esempio, riscaldare fortemente in un fiasco o in una storta un miscuglio di acetato di soda, idrato di potassa, e calce in polvere. Quando è puro, questo gas non ha odore; è molto più leggiero dell'aria atmosferica, quantunque sia più pesante dell'idro geno stesso. Quando si accende, brucia con fiamma giallastra assai brillante, producendo acqua e gas acido carbonico, mostrando così la sua composizione, della quale si può aver certezza mescolando quel gas con una misura conosciuta di ossigeno puro in un acconcio tubo di vetro, dando fuoco al miscuglio, e osservando allora l'alterazione di volume avvenuta nel gas, e la quantità di acido carbonico prodotta ¹.

In tutte le grandi città d'Europa e di America si fabbrica dal carbon fossile un gas per lo scopo di illuminare le strade e le case, che si ottiene così molto facilmente e con grande frutto e poca spesa. Si espone il carbone a calore in grandi storte di ferro, e il gas, che si produce in gran copia, vien raffreddato, per separarlo dal vapor d'acqua, dalla pece, e da altre sostanze che si sono formate nello stesso tempo; e poi, dopo essere stato ancora purificato, facendolo passare attraverso ad un miscuglio di calcina ed acqua, si raccoglie in enormi vasi di ferro sospesi entro cisterne d'acqua, ove rimane finchè se ne faccia uso. Da questi serbatoj il gas è portato, per mezzo di tubi acconci, fino ai lampioni delle strade e dentro alle case, ove si accende. Ora questo gas consiste in gran copia di idrogeno carbonato, misto però, come si può comprendere, con gas oleifico, e con piccole quantità di altri gas, difficilissimi da separarsi e da studiarsi.

In alcuni luoghi si fa coll'olio un gas molto buono per lo

¹ Per comprendere bene tutte queste operazioni è necessario vederle; è inutile, perciò, tentarne qui la descrizione esatta.

stesso scopo, facendo gocciare l'olio lentamente in una storta di ferro arroventata, dalla quale il gas è mandato nel gasometro, non essendo necessaria nessuna purificazione. Il gas, che per tal modo si ottiene dall'olio, è molto migliore del gas preso dal carbone, e dà, ardendo, maggior luce, ma è molto dispendioso.

Il gas oleifico si ottiene puro soltanto dallo spirito di vino, o da una o due altre sostanze derivate da quello; si fa comunemente riscaldando in una storta un miscuglio di spirito di vino forte ed acido solforico, e facendo passare il gas nell'acqua, e poi in una soluzione di potassa e acido solforico potente per separarlo da certe impurezze. Esso è senza colore, ed è un po' più leggiero dell'aria; ha un lieve odor d'aglio, e brucia con fiamma bianca e brillante, formando acqua ed acido carbonico. Il nome di oleifico, che significa *produttore di olio*, fu dato a questo gas pel fatto che, quando è mescolato in un vaso di vetro con cloro, si combina lentamente con questo. Quando si mescola in fretta ad una grande quantità di cloro, e vi si dà fuoco, brucia con fiamma rossa, lasciando un abbondante deposito di fuliggine. Il cloro si combina coll'idrogeno del gas oleifico, e forma l'acido idroclorico, lasciando libero il carbonio.

Tutte le sostanze combustili ordinarie, che si adoperano per produrre calore e luce, come il carbone, la legna, l'olio, il sego, la cera, consistono di carbonio ed idrogeno, con una certa proporzione di ossigeno; esse in conseguenza producono tutte, bruciando, acido carbonico e acqua. Osservando accuratamente la fiamma di una candela, si veggono moltissime cose interessanti. Il grasso disciolto è prima assorbito dal lucignolo poroso, poi convertito dal calore in gas combustibili, i quali si accendono e formano la fiamma. Siccome la combustione può seguire solo ove è presente l'ossigeno, così la fiamma deve essere realmente cava o vuota, dacchè

la porzione mediana è composta di gas infiammabile molto scaldato e pronto ad accendersi, ma che non può far ciò per difetto di ossigeno, che non può giungere fino ad esso. E questo carattere appartiene alle fiamme che bruciano nell'aria.

Si produce calore molto intenso nelle fornaci per far fondere il vetro, i metalli, e per molti altri usi, accrescendo la rapidità con cui il combustibile si consuma, introducendo una rapida corrente d'aria, che si spinge sul fuoco per mezzo di soffietti o di altre macchine, oppure tirata giù dalla cappa di un largo camino. In tal modo, bruciando molto combustibile in una volta, la temperatura prodotta dalla combustione, o, per dir meglio, l'intensità del calore cagionato dalla combinazione del carbonio e dell'idrogeno del combustibile coll'ossigeno dell'aria si accresce grandemente. Le forme delle fornaci sono varie secondo gli usi e le applicazioni a cui sono rivolte, ma il principio generale è sempre lo stesso.

Si ottiene molto agevolmente l'idrogeno solforato, versando l'acido solforico diluito sopra solfuro di ferro, il quale a sua volta si prepara scaldando insieme limatura di ferro e solfo. È un gas senza colore, e con odore sgradevole, come quello, per esempio, delle uova guaste, le quali, infatti, emettono gas idrogeno solforato. È molto velenoso, se si respira, sebbene non sia irritante. Dandoci fuoco, brucia con fiamma azzurra, formando acqua e acido solforico. Molti metalli, come l'argento, il rame, il piombo, sono intaccati e anneriti da questo gas; la biacca, che è una preparazione di piombo, è intaccata in tal modo dall'idrogeno solforato, che si forma per la putrefazione nelle fogne e nelle sentine dei bastimenti, dove si trovano materie animali e vegetali che si vanno corrompendo. Nei paesi caldi specialmente, questo segno non deve essere trascurato, perchè in questi

processi si formano veleni sottili, generati dall'idrogeno solforato, infinitamente più pericolosi di questo medesimo gas, i quali, se non vengono evitati, spargono la febbre, la pestilenza e la morte. Le fumigazioni di cloro, che distruggono istantaneamente l'idrogeno solforato, e agiscono forse con energia sui principii velenosi di cui abbiamo parlato, possono in molti casi tornar utili; ma i migliori rimedii, come regola generale, sono la pulizia e la ventilazione, ed una copiosa provvista di acqua dolce e aria pura.

L'idrogeno solforato si adopera costantemente nel laboratorio per ritornare ad un stato insolubile, o *precipitare* certi metalli dalla soluzione; il che esso fa sovente in modo tanto particolare e sorprendente, da mostrare e distinguere esattamente la natura del metallo.

L'idrogeno fosforato è esso pure un gas invisibile, e senza colore, che si ottiene facilmente con diversi processi; il suo odore è affatto differente da quello dell'idrogeno solforato, ma però sempre sgradevole, e rassomigliante a quello dello stesso fosforo, ma più forte. Esso è infiammabilissimo, e brucia con fiamma brillante, producendo acqua e acido fosforico. Talvolta questo gas si infiamma spontaneamente, vale a dire, si accende da sè, quando è messo in contatto dell'aria. Questa proprietà non appartiene al gas puro, ma è dovuta alla presenza di una piccola quantità del vapore di un liquido eccessivamente volatile, composto di fosforo ed idrogeno, che di tratto in tratto si produce col gas medesimo.

L'ammoniaca è ultimo dei composti qui menzionati, ma è certamente uno dei più importanti. Essa è un composto di azoto e di idrogeno. Come il carbonio e l'idrogeno, però, questi due corpi non si uniscono mai direttamente; l'ammoniaca si forma soltanto quando questi elementi sono messi in contatto l'uno dell'altro nello stato particolare in

cui esistono quando escono da una combinazione, come quando le sostanze vegetali o animali, che contengono carbonio idrogeno, azoto e ossigeno, vengono scomposte e distrutte, per mezzo della putrefazione, o per via del calore in un vaso chiuso; una gran parte dell'azoto, in queste circostanze, combinandosi con parte dell'idrogeno, si fa l'ammoniaca.

L'ammoniaca è un gas senza colore, molto più leggiero dell'aria, e che ha un odore eccessivamente forte e pungente. Si discioglie subito nell'acqua, cosicchè non si possono fare esperimenti sopra l'acqua con quella sostanza, come si fanno ordinariamente cogli altri gas, come l'ossigeno e lo idrogeno, i quali si disciolgono, ma pochissimo.

Infatti, l'acqua in tal modo prende non meno di 500 o 600 volte il suo volume di gas ammoniaco. Tal soluzione è stata conosciuta da un pezzo col nome di *spirito di corno di cervo*. La soluzione di ammoniaca possiede in grado eminente le proprietà degli alcali, ripristinando, come fanno la potassa e la soda, veri alcali, la tintura azzurra dei colori vegetali, che sono venuti rossi pel contatto di un acido, e formando sali per mezzo della combinazione coi differenti acidi. Si può dimostrare la esatta composizione del gas ammoniaco con un semplice e bello esperimento, vale a dire, facendo passare il gas parecchie volte attraverso ad un tubo di porcellana o di ferro caldo rovente, facendo attenzione che non ne sfugga nessuna porzione. Si trova raddoppiato il volume del gas, scomparso il suo odore pungente, ed esso ha tutti i caratteri di un miscuglio di azoto e di idrogeno, contenendo una misura del primo e tre del secondo. Il composto si è risolto in un semplice miscuglio, e questo si è ottenuto colla semplice applicazione del calore.

Esistono nell'atmosfera tracce di ammoniaca; essa vi compie uffici importanti, mantenendo la vita delle piante,

cioè provvedendo l'azoto di cui esse abbisognano per formare i semi e le altre parti che contengono questo elemento.

VIII.

DEI PRINCIPII GENERALI DELLE COMBINAZIONI CHIMICHE, IN RAPPORTO COLLA STORIA DELLE SOSTANZE DESCRITTE.

Vogliamo sperare che le seguenti osservazioni possano servire come introduzione allo studio di questa parte della scienza chimica, e svegliare il desiderio di cognizioni più estese e precise.

Le combinazioni chimiche hanno luogo sempre in un certo modo fisso e regolare; esse seguono regole o leggi, semplici e poco numerose, le quali non mutano mai, e che governano la formazione dei composti di tutte le classi e di tutte le sorta.

Quando i corpi si combinano, ciò accade sempre in modo fisso ed in quantità definite o proporzioni di peso; in altre parole, la stessa sostanza composta, in qualunque modo sia stata formata o prodotta, contiene sempre gli stessi elementi uniti nelle stesse proporzioni. Quindi, l'acqua può essere formata in una grande varietà di mutamenti chimici o reazioni; ma comunque essa sia ottenuta, consiste sempre di ossigeno e idrogeno nelle proporzioni di 8 parti del primo ed 1 del

secondo in peso, e questo accade pure con qualunque altro composto

Le medesime sostanze sovente si combinano in parecchie proporzioni differenti, formando una catena o serie di composti strettamente affini. Quando ciò accade, si può notare una notevole e bella relazione tra le proporzioni del secondo elemento che si unisce col primo, supponendo che la quantità dell'ultimo rimanga costante. I composti dell'azoto coll'ossigeno forniscono un eccellente esempio di questa legge nella sua più semplice forma; essi sono in numero di cinque, chiamati nel modo notato qui sotto, e molto differenti nelle loro proprietà. Il primo è gas permanente, capace di alimentare la combustione, e potentemente venefico; il secondo è pure un gas, senza colore ed invisibile, che al contatto dell'aria produce un vapore rosso scuro, di natura molto irritante; il terzo è un acido, atto a formare sali; il quarto è una sostanza neutra molto volatile; il quinto è l'acido nitrico, di cui abbiamo parlato sopra, il più importante membro della serie.

	Proporzioni dell'azoto	Proporzioni dell'ossigeno
Protossido di azoto	14	8
Deutossido di azoto	14	16
Acido iponitroso	14	24
Perossido di azoto	14	32
Acido nitrico	14	40

Conservando l'azoto sempre la stessa proporzione in tutti i composti della serie, si osserva che la quantità dell'ossigeno cresce per *multipli* del primo, contenendo il secondo due volte, il terzo tre volte, il quarto quattro, e il quinto cinque volte tanto ossigeno, comparato coll'azoto come il primo

della lista Non vi è nessun composto intermedio. E questa legge è generalissima; comunque sia che i corpi si combinino in più di una proporzione, si osserverà una relazione di questo genere tra le quantità che sono in azione. Ciò si applica tanto alle sostanze elementari, quanto ai composti formati dall'unione di corpi parimente composti. La serie dei numeri, però, può essere incompiuta, o la relazione dei numeri non del tutto così semplice, come nel caso citato.

La prima delle leggi che reggono le combinazioni chimiche sarà perciò il modo costante di composizione della stessa sostanza comunque prodotta; e la seconda, la legge delle proporzioni multiple.

La terza legge, chiamata *legge delle quantità equivalenti*, è forse un po' più difficile da comprendere, ma infinitamente importante, sicchè non può essere negletta. Sarà meglio dare un esempio della sua applicazione.

Si sceglie una sostanza elementare, nella quale l'ordine delle combinazioni sia estesissimo: vale a dire, una sostanza che si unisca in modo definito colla maggior parte degli altri elementi, formando composti che possano essere agevolmente e interamente esaminati coll'esperimento, e la cui esatta composizione possa essere fermata e segnata sopra una tavola, in modo tale da mostrare le relative quantità degli altri corpi elementari, i quali si combinano con una uguale quantità di quella. La sostanza più acconcia per questo scopo è l'ossigeno, e la quantità più conveniente da scegliere è 8 parti in peso. Le quantità di idrogeno, di azoto, di carbonio, di solfo, di metalli, ecc., trovate collo sperimento unirsi all'ossigeno nella proporzione di 8 parti, saranno segnate nel modo seguente :

Ossigeno	8
Idrogeno	1

Azoto	14
Carbonio	6
Solfo	16
Fosforo	31
Cloro	35
Iodio	126
Ferro	28
Argento	108
Piombo	104

Ora la legge conduce a questi risultati: — Questi numeri dimostrano le relative proporzioni, in cui i differenti corpi menzionati si combinano coll'ossigeno; — ma vi è qualche cosa di più: essi dimostrano le proporzioni, *nelle quali i corpi si combinano tra loro*. Nessuna combinazione può aver luogo fra quegli elementi, fuori di quelle proporzioni, o dei multipli di quelle. Per esempio, l'idrogeno ed il cloro si combinano per formare l'acido idroclorico nelle proporzioni di 1 a 35; l'idrogeno e lo zolfo, di 1 a 16; il cloro e l'argento di 35 a 108; l'iodio e il piombo di 126 a 104; l'idrogeno e l'azoto per formare l'ammoniaca, 3 (il multiplo di 1) del primo con 14 dell'altro, ecc. I numeri rappresentano la quantità di materia degli elementi *equivalenti* l'uno coll'altro in ogni modo, e capace di surrogarsi l'uno coll'altro esattamente e mutualmente nella combinazione; quindi ricevono il nome di equivalenti chimici.

Vi è poi infine una quarta legge, la quale stabilisce che l'equivalente o la quantità che si combina in un composto è la somma degli equivalenti dei suoi componenti. In questo piccolo lavoro non è necessario entrare in ulteriori spiegazioni, sebbene la prova sia facile a darsi.

Queste quattro leggi comprendono tutto ciò che si ri-

riferisce alla combinazione per via di peso; vi è però un altro punto, di gran interesse, cioè la legge di combinazione per mezzo della misura o volume fra i gas.

Quando i gas si combinano, caso che succede molto spesso, è sempre con misure che hanno una semplice relazione l'una coll'altra; come misure uguali: uno a due, uno a tre. Si possono trovare esempi di questo fatto nel cloro e nell'idrogeno, nell'ossigeno e nell'idrogeno, nell'azoto e nell'idrogeno. Si osserva lo stesso fatto coi gas composti e coi vapori di sostanze volatili: i volumi sono sempre uguali o multipli l'uno dell'altro. Ora, la cagione di tutto ciò è semplicemente la meravigliosa relazione o connessione, che è stata stabilita fra il peso specifico di un gas o di un vapore e il suo volume, per cui le quantità della materia richiesta per la combinazione occupano allo stato gassoso o lo stesso volume, o il doppio, o il triplo l'uno dell'altro ¹.

IX.

I METALLI.

I metalli formano lo scompartimento più esteso delle sostanze elementari, ma, come abbiamo già osservato, la loro importanza è sommamente varia, molti di essi essendo rarissimi.

¹ Lo studente non deve sentirsi sconsolato, se molto di ciò che abbiamo detto qui sopra è per esso poco intelligibile; le leggi generali sono sempre molto più difficili da comprendere che i fatti particolari. Soltanto crescendo man mano la cognizione di questi ultimi, le leggi stesse divengono comprensibili.

Nella tavola delle sostanze elementari, la nota dei metalli (pagina 12) è numerata collo scopo di dividerla in scompartimenti, contenente ognuno una classe di metalli che si rassomigliano in molti punti fra loro, oppure che hanno in comune molti caratteri. Questa classificazione ci tornerà ora utilissima.

La prima classe comprende i metalli e gli alcali, il potassio, il sodio e il litio. Il potassio allo stato metallico si ottiene scaldando fortemente, in una storta di ferro, un miscuglio di carbonato di potassa asciutto e carbone. Il sale si scompone, producendo grandi quantità di gas infiammabile (ossido di carbonio), e il potassio si distilla in vapore, il quale è condensato in modo particolare, tanto da escludere l'aria. È un bel metallo bianco brillante, color di argento, molto pieghevole, e che si scioglie facilmente. Esposto per un istante all'aria, diviene opaco, e si ricopre di una crosta di ossido. La sua affinità per l'ossigeno è invero tanto potente, che esso scompone l'acqua con violenza, combinandosi coll'ossigeno per formare la potassa, e libera l'idrogeno. Quando si getta sulla superficie dell'acqua, si accende istantaneamente, bruciando con una bella fiamma porporina, e lasciando una soluzione di potassa. Un altro carattere notevole di questo metallo è il suo piccolo peso specifico, essendo molto più leggero dell'acqua. Si combina direttamente col cloro e con molte altre sostanze elementari, formando composti, in molti casi, importantissimi.

La potassa, o ossido di potassio, si trova in grande abbondanza, combinata colla silice e col silicato di allumina, nel minerale chiamato feldspato, che è il principale componente del granito, roccia molto sparsa sulla terra, e di tutte quelle rocce che hanno una origine vulcanica. Esposte a lungo all'aria e alle intemperie, queste rocce si disaggregano e si stritolano, formando il terreno ove crescono le

piante. Distruggendosi la roccia, la potassa, che esisteva allo stato di silicato, senza essere quasi alterata dall'acqua, viene gradatamente ridotta in condizione solubile; ed è in tal modo assorbita dalle radici delle piante, e si accumula nelle foglie e in altre parti, combinandosi con un acido vegetale formato dalle piante stesse. Quando le piante si bruciano, quest'acido vegetale vien distrutto, e la potassa rimane in combinazione coll'acido carbonico, producendo il carbonato di potassa, che si estrae agevolmente dalla porzione solubile delle ceneri per mezzo dell'acqua, e dal quale lo stesso potassio, e tutti i suoi composti, vengono agevolmente preparati. Si è osservato che è molto più vantaggioso tirare questo sale di potassa dal suolo per via delle piante, che non di tentarne l'estrazione direttamente dal feldspato. Rimane però da conoscere in qual modo questa sostanza contribuisca al nutrimento delle piante; è certo però, che esse non possano farne a meno, e che un terreno sprovvisto di potassa è sempre sterile.

Molti sali formati dall'unione della potassa coi differenti acidi, sono di grande utilità pratica; oltre il carbonato, il quale si adopera moltissimo per fare il vetro e per molti altri usi, abbiamo il nitrato di potassa, dal quale sono preparati l'acido nitrico e la polvere da schioppo, ed altri composti importanti di questi alcali.

Il Sodio è un metallo rassomigliantissimo al potassio, e che si ottiene dal carbonato di soda coi medesimi mezzi. Non è tanto ossidabile quanto il potassio, ma scompone l'acqua con energia, quantunque di rado s'inflammi, quando è gettato alla superficie di quel liquido. I sali, che contengono questo metallo, sono numerosissimi, e di grande importanza; a capo di questi sta il sale comune, che è il cloruro di sodio. Le acque dell'oceano contengono immense e incalcolabili quantità di questa sostanza, che trovasi pure

in molte parti del mondo, formando strati eccessivamente spessi e di grande estensione sulla terra, a mo' di rocce saline. Dal sale comune si prepara il carbonato di soda, per mezzo di un processo non molto difficile, ma assai complicato, e dal carbonato tutti gli altri sali, aggiungendovi l'acido proprio; perchè l'acido carbonico possiede una affinità così debole per gli ossidi metallici, che i carbonati si scompongono da quasi ogni acido, e moltissimi sali di ogni genere sono quindi facilmente prodotti, una volta ottenuto il carbonato dell'ossido.

Si adoperano enormi quantità di carbonato di soda per fare il sapone e qualche specie di vetro, e per altri usi. Parecchi degli altri sali sono pure importantissimi.

Il Litio è un metallo rarissimo; il suo ossido, la litia, si trova solamente in pochi minerali, e in piccolissima quantità nelle acque di certe sorgenti.

I metalli del susseguente scompartimento, numero II della Tavola (pag. 12), portano il nome di metalli delle terre alcaline. Questi metalli si ottengono con gran difficoltà, e in quantità assai scarse; i loro ossidi, la barite, la stronziana, la calce e la magnesia, sono sostanze notissime, e le due ultime sono importantissime. La barite e la stronziana si trovano principalmente, come il carbonato e il solfato, nelle miniere di piombo; esse accompagnano il minerale di piombo. Il carbonato di calce forma immensi strati e masse montagnose in tutte le parti del mondo, nelle varie forme di marmo, pietra calcare e corallo, che differiscono tra loro specialmente nella tessitura e nell'aspetto.

Il solfato di calce, detto gesso, s'incontra talvolta abbondante con esso. La magnesia s'incontra in due stati, cioè come carbonato in certe pietre calcari e misto al carbonato di calce, e come solfato e cloruro nell'acqua marina e in quella di molte sorgenti minerali.

L'origine della maggior parte delle pietre calcari comuni è notevolissima e molto interessante. Esse sono formate dagli avanzi di conchiglie e di animali corallini, che vivevano nei mari antichi divenuti ora terra asciutta, ove ogni generazione contribuì, dando la sua parte per formare il letto di conchiglie del fondo, il quale man mano, coll'andar dei secoli, acquistò grande spessore e solidità, ed essendo alla fine giunto alla superficie dell'acqua per via di una forza che agiva all'interno, divenne durissimo, e formò le rocce per l'azione della lenta infiltrazione dell'acqua che teneva disciolto il carbonato di calce, o per un più rapido e potente effetto del calore dei vulcani. Vi sono poche pietre calcari, tranne i marmi più puri e cristallini, in cui non si possano vedere le conchiglie e i coralli in una condizione più o meno perfetta; ed è da credere che il marmo stesso non formi eccezione, siccome è stato certamente sottoposto all'azione del calore, il quale ha sciolto e mutato le forme di quegli avanzi.

Quando la pietra calcare, di qualunque sorta essa sia, viene riscaldata tanto da arroventarsi nel fuoco all'aria, l'acido carbonico è tolto via, e la calce rimane. La proprietà più nota di questa sostanza è quella di *spegnersi*, aggiungendovi acqua; si combina coll'acqua, formando un composto definito o idrato, in forma di una polvere bianca, asciutta, molle. Nell'atto della combinazione si svolge grande calore, sufficiente talvolta a dar fuoco al legno, onde diversi bastimenti carichi di calce hanno preso fuoco, quando nel tempo burrascoso l'acqua poté entrare nel carico. La barite e la stronziana pure hanno la stessa proprietà di combinarsi violentemente coll'acqua; proprietà che si osserva anche nella magnesia, ma in un grado molto più debole.

L'indurimento, che si osserva nel cemento fatto di calce spenta, di sabbia e di acqua, è cagionato dall'assorbimento

graduato dell'acido carbonico dell'aria. Però questo mutamento è lentissimo; ma col tempo, il cemento alla fine acquista la durezza della pietra: — stato che dimostra il cemento di molti antichi fabbricati in Europa.

I metalli del III scompartimento (*pag. 13*) sono più numerosi di quelli delle sezioni sopradette; ve ne è però solamente uno, l'alluminio, abbastanza importante da meritare di essere descritto; gli altri non si trovano che in minerali rari. L'alluminio metallico è difficile ad ottenersi; ha il colore del ferro, non diviene opaco all'aria nè scompone l'acqua, ma brucia quando è scaldato, producendo il suo ossido, l'allumina. Questa è una tra le più importanti sostanze naturali, perchè, come abbiamo già notato, entra nella composizione del feldspato e di altri minerali, i quali in uno stato o nell'altro contribuiscono grandemente a formare la massa della terra. L'allumina, in tutti questi, si trova in combinazione colla silice o coll'acido silicico; il feldspato sarebbe detto, nel linguaggio chimico, doppio silicato di allumina e di potassa. Tutte le numerose varietà delle argille sono prodotte dalla scomposizione delle rocce di feldspato. Quando questa sostanza è pura, ne risulta argilla bianca, acconcia per la fabbrica del vasellame; quando invece la roccia contiene molti ossidi di ferro, l'argilla è gialla, bruna o rossa, e non serve che per usi più grossolani.

Il più importante dei sali solubili di allumina è l'allume, e doppio solfato di allumina e di potassa. Questo sale è bellissimo, e forma cristalli grossi e regolari. Si manifat-tura in grande per uso delle arti, specialmente per le tintorie.

Il IV scompartimento dei metalli (*pag 13*) ne contiene parecchi di grande valore pratico; tra questi sono compresi il ferro, il rame, lo zinco, il piombo. I metalli di questo

scompartimento, diversi da quelli delle tre sezioni suddette, sono a noi famigliari in istato puro; si riducono così dai loro ossidi, o da altri composti naturali o artificiali, con mezzi abbastanza facili, e non mostrano tanta tendenza ad ossidarsi, per cui non è difficile per nulla il conservarli, quando si sono ottenuti. Due di essi, infatti, s'incontrano talvolta nella terra in istato metallico.

Un'altra particolarità è il modo come sono distribuiti. Gli ossidi di alluminio, di calce e di potassio, combinati colla silice o coll'acido carbonico, formano immensi strati e masse di rocce, che molto sovente si elevano in alte catene di monti, o formano la superficie di estesi tratti di terreno. I metalli dello scompartimento presente e dei successivi, al contrario, si trovano, eccettuato il ferro, soltanto in vene minerali, che attraversano le rocce di granito, di lavagna, o di pietra calcarea. Queste vene presentano talvolta l'apparenza di essere state un tempo le fessure o screpolature della roccia che attraversano, ripiene in seguito di nuova materia.

È in queste formazioni che si rinvencono la maggior parte dei metalli. Però l'ossido di ferro si trova, in quantità maggiore o minore, in ogni sito; s'incontrano grossi filoni di questo metallo nelle montagne coperte di foreste della Svezia e della Russia, e nelle formazioni carbonifere dell'Inghilterra, e queste forniscono tutto il ferro che si smercia.

Gli ossidi dei metalli di questo scompartimento formano per lo più bellissimi sali cristallizzabili cogli acidi, ciò che è uno dei loro più rilevanti caratteri chimici.

Scompartimento V (*pag. 13*). Di questi metalli, lo stagno e l'antimonio soli richiedono menzione; gli altri sono rarissimi, o non vengono rivolti a nessun utile scopo. La provincia di Cornovaglia in Inghilterra è stata per molti secoli celebre per la sua produzione dello stagno, che trovasi in pochi

altri luoghi. La malleabilità, il color bianco, ed altre proprietà dello stagno lo rendono uno dei metalli più utili; esso si combina col rame e col piombo, formando composti o leghe di gran valore, e col ferro, in forma di lastre battute, colle quali si fanno casseruole e molti altri oggetti. L'antimonio è un metallo abbastanza abbondante, di color grigio e di notevole lucentezza. Combinato col piombo, forma il metallo di cui si fanno i caratteri per la stamperia, ed alcuni dei suoi composti si adoperano in medicina.

Scompartimento VI: metalli nobili. Il vocabolo nobile è un nome fantastico dato ai metalli di questa classe, e che si riferisce alla comparativa loro immutabilità, resistendo molti di essi all'ossidamento anche nel fuoco, ed essendo i loro ossidi ridotti allo stato metallico per la semplice azione del calore. L'oro ed il platino si trovano nella terra sempre allo stato metallico, l'argento ed il mercurio molto spesso. Il valore o gli usi di alcuni di questi metalli sono bene noti, e derivano in gran parte da questa loro attitudine a resistere all'azione dell'ossigeno e di quella di altri agenti chimici. Il più curioso di tutti, forse, è il mercurio o argento vivo, pel fatto di essere fluido a tutte le temperature comuni, avendo bisogno per solidificarsi di un intenso freddo. Il mercurio metallico si adopera per costruire molti istrumenti scientifici; una lega di mercurio e stagno copre il di dietro degli specchi, mentre molti dei suoi sali e altri composti sono di grande utilità nella medicina. Il platino è assai apprezzato dal chimico, pel quale i vasi di platino sono di grande vantaggio negli esperimenti. Essi resistono al più gran calore di una fornace, e non sono intaccati che da pochissime sostanze fra quelle adoperate nella chimica.

L'arsenico e il tellurio sono corpi che hanno caratteri intermedi fra gli elementi dei metalli e certi dei non metallici, come il fosforo e lo zolfo. L'arsenico è una sostanza

brillante, grigia, di apparenza metallica, e s'incontra occasionalmente pura, e abbondantemente combinata col ferro e con altri metalli. Quando questi composti son fatti scaldare all'aria, l'arsenico e il metallo si ossidano assieme, e il primo si volatilizza in condizione di acido arsenicoso, il quale si condensa in forma di una sostanza solida bianca, l'*arsenico bianco* del commercio, troppo noto come terribile veleno. Si adopera per far il color verde delle pitture, e per qualche altro uso.

Il tellurio rassomiglia molto all'arsenico, ma è eccessivamente raro.

X.

DELLA NATURA DEI SALI.

Il vocabolo Sale, o combinazione salina, si applica in chimica ad una grande varietà di sostanze, in un modo che è necessario spiegare.

Tutti i composti, che contengono un ossido metallico uniti ad un acido, siano essi solubili o no nell'acqua, sono chiamati sali di quell'ossido; — quindi abbiamo il nitrato di potassa, il carbonato di soda, il solfato di barite, l'acetato d'ossido di piombo, ecc. ecc., formati dall'unione degli ossidi di potassio, di sodio, di bario e di piombo coll'acido nitrico, l'acido carbonico, l'acido solforico e l'acido acetico. Questi ossidi metallici si chiamano *basi* del sale, che è composto quindi di una sostanza basica e di un acido.

Tutti i composti, che contengono cloro, iodo, bromo o fluoro in combinazione con un metallo, siano essi solubili o insolubili nell'acqua, cristallizzabili o no, sono pure chiamati sali, quantunque siano composti di due sostanze elementari sole, e quindi differiscano completamente dai sali della prima classe, che consistono di una base e di un acido, i quali sono ambedue ossidi, uno basico e l'altro acido. Il cloruro di sodio del sale comune, il ioduro di potassio, e il fluoruro di calce o spato fluore, sono esempi di sali della seconda classe, che abbiain detto essere composti di un metallo combinato con un sale radicale, che è il nome dato al cloruro, ioduro, ecc. ecc.

Vi sono altre sostanze non comprese nella descrizione testè fatta, alle quali si dà pure il nome di sali, ma non è necessario considerarle qui.

Così, abbiamo due classi distinte di sali, cioè i sali acido-ossigenati, come il nitrato di potassa o il solfato di soda, e i sali formati sullo stampo del sale comune, che contengono soltanto un metallo e un sale radicale. Tra i membri di queste due classi esiste la più grande rassomiglianza; infatti, non vi è nulla nella loro apparenza o nei caratteri che mostri un grande contrasto nella loro costituzione.

Tutti gli ossidi metallici sono necessariamente basici; solamente taluni godono di questa proprietà, altri si rifiutano ad unirsi a qualunque acido. Quando un metallo forma parecchi composti coll'ossigeno, solamente uno di questi possiede comunemente il potere di formare sali ben definiti cogli acidi; e se per caso s'incontra una seconda base, il suo potere è debole per questo riguardo. Quegli ossidi metallici, nei quali la potenza basica è più notevole, vale a dire, di cui la tendenza a formare cogli acidi composti regolari, definiti, e sovente anche cristallizzabili, è eccessiva-

mente energica, posseggono, quando sono solubili nell'acqua, il potere di agire su certi colori vegetali in modo notevole, e diverso intieramente da quello degli acidi. Quindi la laccamuffa, che ha una tinta azzurra di questo genere, diviene rossa per un acido qualunque, mentre la sua tinta azzurra le è ridonata da un ossido di base metallica in soluzione. La potassa e la soda, e fino ad un certo punto l'ossido di piombo giallo, rendono così alla laccamuffa il colore azzurro divenuto rosso. Questo effetto si chiama *reazione alcalina*, siccome contraria alla reazione acida; anticamente la potassa e la soda avevano il nome di alcali, da un vocabolo arabo che significa amarezza.

Nei sali cristallizzabili ben definiti, contenenti una forte base combinata con un forte acido, ambedue le reazioni scompaiono; una soluzione di quel sale cessa affatto dall'intaccare i colori vegetali. Allora si dice che sono neutri. Perciò, in pratica, quando è necessario render neutra una base con un acido, o un acido con una base, si adopera la carta tinta colla laccamuffa di bleu o arrossata, per assicurarsi che non rimane eccesso dell'uno o dell'altro, oppure si aggiunge quello che manca. Queste carte ad uso di saggi sono facilmente preparate, e sono indispensabili nella chimica.

Vi sono numerosi e interessanti particolari riguardanti la formazione e la costituzione dei sali, che lo scolare troverà descritti in opere più estese di chimica, ma che qui non possono essere trattati a dovere.

XI.

DELLE SOSTANZE ORGANICHE.

Col vocabolo sostanze organiche si indicano i composti definiti, che sono ottenuti direttamente o indirettamente dalle piante e dagli animali, che hanno una particolare natura e costituzione, mercè cui formano un gruppo immenso o famiglia che hanno molti tratti e proprietà in comune, quantunque per altri riguardi possano differire grandemente tra loro, alcuni essendo acidi, alcuni basici, e molti mostrando solo poca tendenza a combinarsi. Essi consistono tutti di carbonio in combinazione coll'idrogeno, o coll'idrogeno e l'ossigeno, — o coll'idrogeno, coll'ossigeno e coll'azoto. In alcuni pochi casi, il solfo e il fosforo sono presenti, e si possono ottenere con mezzi indiretti composti di questo genere, contenenti cloro, iodio, solfo ed altri elementi. Però questi corpi non s'incontrano formati in tal modo in natura; quelli che s'incontrano non contengono mai più di cinque elementi, e il maggior numero solo tre, uno dei quali è sempre il carbonio.

Eccettuate alcune sostanze, come la fibra legnosa, l'amido, e la gomma nel regno vegetale, e certi composti complicati, che contengono molto azoto e talvolta solfo, che s'incontrano nelle piante, e formano i più importanti componenti della tessitura animale, i corpi organici, quando sono allo stato

solido, hanno la facoltà di cristallizzare, che è in ogni tempo un carattere del più gran valore, tanto nella preparazione e nello studio di queste sostanze, quanto per ciò, che essa dà in molti casi una prova della unità della natura e della agevolezza a mescolarsi. Coi liquidi organici volatili, i quali non cristallizzano ad una bassa temperatura, abbiamo nel punto dell'ebullizione una indicazione di importanza quasi eguale. Quando questa rimane costante durante la distillazione, si ottiene una prova quasi certa che una sostanza sola è presente.

È impossibile, nello spazio di poche pagine, poter dare un distinto ragguaglio del vasto numero dei composti organici di già conosciuti dai chimici; ogni anno se ne aggiungono moltissimi alla nota esistente, e si descrivono corpi che posseggono proprietà e rapporti tanto interessanti, che appena la mente li può concepire. I mezzi di ricerca e di investigazione sono stati portati ad un punto di meravigliosa semplicità e perfezione, ed ogni passo che si va facendo accresce la speranza che alla fine molti dei misteri della vita vegetale ed animale possano appalesarsi all'occhio della scienza. Noi possiamo di già vedere più o meno perfettamente molti degli anelli di questa meravigliosa catena di azioni; vediamo l'acido carbonico, l'acqua e l'ammoniaca, le ossa, la terra e gli alcali, resi all'aria ed alla terra dalla respirazione degli animali durante la vita; e per via della putrefazione dopo la morte, adoperati ad affrettare l'accrescimento e il mantenimento di un'altra diversa razza di esseri organici, cioè i vegetali del campo e della foresta, i quali, sotto l'azione della luce del sole, scompongono questo acido carbonico e l'ammoniaca, rendono una gran parte dell'ossigeno all'atmosfera, e adoperano gli elementi che rimangono a formare quei prodotti complicati della vita organica, che l'arte finora cerca invano d'imitare.

La vita e la morte si succedono e sono dipendenti l'una dall'altra; l'individuo perisce, ma la specie rimane. Poter segnare i mezzi pei quali il Creatore si è compiaciuto a compiere la sua opera meravigliosa del mondo vivente, e scoprire e far noti i varii gradi intermedi e processi tra i due estremi, è lo scopo presente della Chimica organica.

APPENDICE

DELL'APPLICAZIONE DELLA CHIMICA ALL'AGRICOLTURA.

Lo studio della chimica organica deve forzatamente ricordare allo studioso la terribile sentenza pronunciata sull'uomo all'epoca della sua caduta: « *Mangerai il tuo pane col sudore della tua fronte, finchè farai ritorno alla terra; perchè da quella sei stato preso: perchè sei terra e terra ritornerai* ». Il nutrimento delle piante consiste interamente di materia inorganica, o di materia resa inorganica per via della scomposizione: il cibo degli animali è per la maggior parte organico, ed anche quegli animali che sono interamente carnivori, si può dire che traggono dalle piante il loro cibo, poichè fanno loro preda degli erbivori. « L'uomo e gli animali (dice Liebig) ricevono i costituenti del loro sangue e dei loro corpi dal mondo vegetale, ed una Infinita Sapienza ha ordinato che la vita e l'abbondanza delle piante siano strettamente connesse collo assorbimento di quelle medesime sostanze minerali, che sono indispensabili per lo sviluppo dell'organismo animale; senza la presenza delle materie inorganiche, che si rinvencono nelle ceneri delle piante, la formazione del germe, delle foglie, dei fiori e del frutto non potrebbe seguire.

I.

ELEMENTI DELLE PIANTE,
E SORGENTE DEL LORO CARBONIO.

Una pianta ed un animale vivente possono essere comparati ad un laboratorio chimico, nel quale i corpi composti sono analizzati o separati nelle loro parti componenti, e ricomposti in altre sostanze distinte col nome di prodotti *vegetali* o *animali*.

Questi prodotti consistono, per solito, di due parti distinte, la *organica* e la *inorganica*. La prima costituisce il maggior volume della sostanza, quando è allo stato secco; la parte inorganica varia da 1 a 10 per cento in peso della intera sostanza. La parte organica può venir separata dall'inorganica per via dell'azione del fuoco; si dice che l'una è distrutta, e che l'altra rimane in forma di ceneri.

La parte organica è composta di un numero limitatissimo di elementi: il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto, combinati in alcuni casi con piccole quantità di solfo o di fosforo, formano il breve alfabeto, col quale la Natura ha scritto la storia del Regno vegetale.

Il carbonio, l'ossigeno, l'idrogeno e l'azoto esistono nella parte organica delle piante in proporzioni molto differenti. Per esempio, in tutti i prodotti vegetali, adoperati come cibo allo stato secco, il carbonio giunge a quasi la metà del peso di tutta la sostanza; l'ossigeno ad un po' più di un terzo, l'idrogeno a poco più di 5 per cento, e l'azoto da 2 a 4 per cento.

Le piante traggono questi elementi dal loro nutrimento, il quale entra in esse, parte dalle radici e parte dai pori delle foglie e dei giovani steli: vale a dire, le radici si nutrono nel suolo, e le foglie nell'aria.

In una pianta perfetta, come un albero, la radice ha un volume notevole, formato di diramazioni distinte, dalle quali procedono innumerevoli fibre; il tronco, o stelo, sorge nell'aria ad una considerevole altezza, espandendo numerosi rami e ramoscelli allo scopo di moltiplicare le foglie, e in conseguenza espone una grande superficie all'aria.

Il tronco dell'albero consiste di tre parti, cioè un midollo centrale, il legno che involge il midollo, e la corteccia che ricopre il tronco. Il midollo è occupato da numerose piccole cellule, che si suppone abbiano comunicazione coll'aria orizzontalmente, attraverso i raggi midollari della corteccia esterna. Il legno e l'interno della corteccia formano una serie di lunghi tubi verticali, i quali conducono i liquidi su e giù dalle radici alle foglie. I rami e le parti un po' voluminose della radice hanno una struttura simile a quella del tronco, o stelo; ma siccome la radice va terminando in punta, così il midollo scompare, la corteccia diviene sottile, il legno si fa più molle, ed alla sua estremità si forma una massa porosa e spugnosa, nella quale terminano i piccoli tubi dello stelo e della radice. Queste estremità spugnose delle radici mettono in rapporto col suolo le foglie, cosicchè la radice e le foglie si aiutano a vicenda nelle loro funzioni.

La foglia è una espansione del ramo; le fibre della sua base sono prolungamenti dei vasi del legno; il verde esterno è una continuazione del tessuto interno o cellulare della corteccia; questa parte verde è piena di pori, specialmente nella superficie inferiore, ed è anche composta di una quantità di tubi o vasi, che si estendono lungo la superficie della

foglia, e che comunicano con quelli dell'interno della corteccia.

Tutti i vasi di un albero sono pieni di umore o succhio delle piante, il quale circola rapidamente durante la stagione della vegetazione; d'inverno, i suoi movimenti sono quasi impercettibili, ma, a meno che non sia gelato, esso non è mai stazionario. Il succhio sale dalla parte spugnosa della radice, attraverso i vasi del legno, finchè si diffonde nell'interno della foglia per mezzo delle sue fibre legnose: allora, per via dei vasi collocati sotto queste fibre, esso ritorna alla corteccia, e discende fino alla radice, attraversando i vasi dell'interno della corteccia. Le fibre porose della radice si vanno costantemente estendendo, erranti, per così dire, in cerca di nutrimento; il cibo, che prendono dal suolo, deve essere in istato di soluzione, e questo è mandato col succhio alle parti superiore dell'albero.

Le foglie, il verde stelo dei giovani ramoscelli, e i gambi verdi delle erbe, aspirano il loro alimento in istato gassoso. Di giorno, assorbono acido carbonico, lo scompongono, ritengono il carbonio, ed espellono l'ossigeno. Di notte, il processo è rovesciato, essendo allora assorbito l'ossigeno ed esalato l'acido carbonico ¹; ma siccome questo processo

¹ Questa proprietà di assorbire l'ossigeno appartiene anche al legno umido, sia preso da un ramoscello, come dall'interno del tronco di un albero.

Quando pezzi di legno umido sono collocati sotto un vaso pieno di ossigeno, il gas diminuisce di volume. Ma il legno, seccato all'aria e poi inumidito, converte l'ossigeno in acido carbonico, senza mutamento di volume. « Quando i villaggi situati sulle sponde di un fiume (dice Liebig) sono inondati da esso, questa proprietà del legno origina molte malattie. Il legno dei pavimenti e le travi delle case si saturano di acqua, che svapora lentamente. L'ossigeno dell'aria

non è così rapido quanto il primo, così le piante conservano una gran parte del carbonio che assorbono dall'atmosfera, quantità che varia secondo le stagioni, il clima, il suolo e la specie della pianta. Si calcola che un terzo o quattro quinti di tutto il carbonio contenuto nei raccolti del nostro paese, che crescono su terre fertili, è ottenuto dall'aria.

Ma il carbonio delle piante è pure preso dalle radici come dalle foglie.

Esso è fornito dall'*humus*¹, o materia vegetale in iscomposizione, che trovasi nel suolo, la quale sopporta parecchi mutamenti, prima di essere in uno stato acconcio per fornire carbonio alla pianta. Per mezzo di un graduale assorbimento dell'ossigeno dell'atmosfera, l'acido carbonico viene alla fine formato, e questo fornisce alla pianta il carbonio. L'*humus* non può, per la insolubilità, contribuire direttamente al nutrimento delle radici delle piante. Se l'*humus* fosse solubile, sarebbe tolto via dal suolo dalle forti piogge; ma siccome si produce lentamente per l'azione del calore, dell'umidità, degli alcali e d'altri agenti chimici, così esso diviene una sorgente costante e graduata di acido carbonico. Durante la scomposizione della fibra legnosa, si forma acqua, o terra o *humus*, tanto quanto acido carbonico. Secondo Saussure, 240 parti di segatura di legno di quercia secca convertiranno 163 centim. cubici di ossigeno nella medesima quantità di acido carbonico, che contiene in peso tre parti di carbonio, mentre il peso della segatura si diminuisce di 15 parti. Quindi 12 parti in peso di acqua sono allo stesso

viene assorbito rapidamente dal legno umido, e si produce invece acido carbonico. Questo gas esercita un'azione direttamente perniciosa, quando è presente nell'aria in quantità di 7 o 8 per cento ».

¹ Dal latino *humus*, che significa terra umida o suolo.

tempo separate dagli elementi del legno. I terreni pesanti, argillosi, mantengono l'umidità per molto tempo, e quindi promuovono la scomposizione della materia vegetale, ma non lasciano penetrare facilmente l'aria. In molti terreni sabbiosi, particolarmente quelli che contengono carbonato di calce, la scomposizione procede rapidamente, essendo favorita dalla calce alcalina.

È soggetto di sorpresa alle persone che imprendono questi studi per la prima volta, che il carbonio delle piante, il quale forma la gran mole degli alberi delle foreste, e di una gran parte di ogni vegetabile, sia ottenuto da un gas invisibile, natante nell'aria in piccola quantità, e che giace disciolto nei succhi del suolo. Se sotterriamo un pezzo di legno in un crogiuolo pieno di sabbia, e lo collochiamo sul fuoco finchè sia rovente, i succhi del legno saranno tutti dissipati. Quando il crogiuolo e il suo contenuto saranno raffreddati, si troverà un pezzo di carbone dello stesso volume del legno adoperato, ma molto più leggero. Questo carbone è il carbonio del legno, non purissimo, perchè contiene parti minerali, che formano una piccola, ma importante porzione aggiunta alle piante. Ora, è facilissimo convertire questo carbone nero in gas invisibile, stato in cui esso fornisce alimento alla pianta. Bruciandolo nel gas ossigeno, esso scompare, unendosi con quel gas per formare l'acido carbonico; ma questo è solamente uno dei tanti metodi per cui l'acido carbonico si forma nell'atmosfera; ogni focolare, ogni lampada e candela contribuiscono a fornire l'atmosfera di acido carbonico: ovvero, in altre parole, nell'atto della combustione il carbonio del combustibile si unisce ad una parte dell'ossigeno dell'aria per formare l'acido carbonico. La respirazione degli animali produce il medesimo mutamento, perchè la respirazione non è altro che una lenta combustione; il carbonio, che si svolge dal sangue venoso, si

unisce coll'ossigeno, passando pei polmoni, e forma l'acido carbonico, che esce dalla bocca e dalle narici. Un uomo, respirando, consuma circa 702 dec. cub di ossigeno ogni 24 ore. Durante il germogliamento dei semi, l'ossigeno scompare, e l'acido carbonico si produce; la stessa cosa accade durante la fermentazione e la conversione dei costituenti del suolo nel carbonio, che serve di alimento alle piante.

Ma nonostante tutte queste sorgenti di corruzione, la composizione dell'atmosfera, riguardo ai suoi principali ingredienti, si conserva di anno in anno, e di secolo in secolo, immutabile. L'aria chiusa nei vasi sepolti a Pompei durante 1800 anni fu trovata contenere 21 volume di ossigeno per cento, come si trova ora in ogni clima ed in ogni stagione. Ogni misura di ossigeno, estratta dall'atmosfera per mezzo dei processi descritti testè, è convertita immediatamente in una misura uguale di acido carbonico. E però, nonostante questo enorme consumo che si fa dell'ossigeno dell'aria, la proporzione calcolata di acido carbonico nell'atmosfera è minore di una millesima parte del suo peso o di un decimo per cento. E questa quantità, in apparenza insignificante, è essa sufficiente a fornire il carbonio a tutta la vegetazione della terra? A questa domanda si risponde facilmente. Si sa che una colonna di aria, pesante poco più di un chilogramma, preme sopra ogni centimetro quadrato della superficie della terra; il diametro della terra e la sua superficie sono parimente conosciuti, cosicchè il peso dell'atmosfera può calcolarsi agevolmente. La millesima parte di questo peso è acido carbonico, che contiene oltre il 27 per cento di carbonio. Con questo calcolo si può dimostrare che l'atmosfera contiene oltre a 1,397,233,500,000 chilogrammi di carbonio — quantità che, secondo Liebig, ascende ad un peso maggior di quello di tutte le piante, e di tutti gli strati di carbone minerale che esistono nella terra. Questo carbonio

è perciò molto più abbondante di quello che sia necessario a compiere a tutti gli uffici cui è destinato. La quantità del carbonio contenuto nell'acqua del mare è in proporzione anche maggiore.

Perciò, le piante mantengono l'atmosfera nel suo stato normale, almeno riguardo all'ossigeno, assorbendo l'acido carbonico e rinnovando l'ossigeno. L'esperienza dimostra che lo stato salubre di un paese è migliorato dalla coltivazione, e che il cessare di coltivazione in una provincia può renderla inabitabile. Gli esperimenti del De Saussure hanno dimostrato che gli strati superiori dell'aria, contengono maggior copia di acido carbonico che non gl'inferiori, i quali sono al contatto delle piante, e che di notte la quantità è maggiore che non di giorno, come si può bene supporre. Nel nostro inverno, quando la vegetazione è in riposo, e l'acido carbonico è formato in eccesso pel nostro metodo di produrre luce e calore artificiale, l'ossigeno necessario ci vien fornito dai tropici o dai climi caldi, ove la vegetazione è perenne, in cambio del quale il nostro eccesso di acido carbonico è portato dai venti ad alimentare la vegetazione tropicale.

Questo processo sarà meglio compreso colle seguenti considerazioni. L'aria entro i tropici, essendo riscaldata dai raggi di un sole verticale, ascende con notevole forza; a riempire il vacuo prodotto in tal modo, l'aria più fresca delle regioni temperate irrompe in esso, formando una corrente inferiore, incaricata di accumulare l'acido carbonico, che l'abbondante vegetazione dei tropici si assimila. Intanto l'aria più pura dei tropici, che si è elevata, forma una corrente superiore, e procede in direzione contraria, cioè, dall'equatore verso i poli, modificata però dal movimento della terra sul suo asse; ma, mentre questa corrente superiore perde man mano del suo calore nello spazio, diviene

fredda abbastanza ad una certa distanza dall'equatore per discendere e mutar posto colla corrente inferiore. Questo accade ordinariamente verso il 28° o il 30° grado di latitudine, ove cessano i venti regolari, dal cui limite a quello di 60° di latitudine in ogni emisfero, i venti prevalenti della superficie della terra vengono dall'equatore, e non vanno verso di esso. In tal modo, l'aria carbonizzata delle zone temperate si ricambia coll'aria più pura dei tropici.

La benefica azione delle piante sull'aria si può dimostrare con un agevole sperimento. Sir Humphrey Davy pose una zolla di erba, larga centimetri quadrati 25.80, in un piatto di porcellana, galleggiante sopra acqua impregnata di gas acido carbonico. Un vaso di vetro, della capacità di decimetri cubi 3.68, fu posto per coperchio all'erba, alla quale si forniva di tratto in tratto acqua per mezzo di un robinetto. L'acqua, sulla quale galleggiava il piatto di porcellana, era giornalmente fornita di nuova acqua satura di acido carbonico, cosicchè una piccola quantità di quel gas doveva sempre essere presente nel recipiente che ricopriva l'erba. Il volume dell'aria nel recipiente fu trovato aumentare, esponendolo alla luce del giorno; tanto che, dopo lo spazio di otto giorni, fu notato un accrescimento di centimetri cubi 4.90. L'aria dentro il recipiente, essendo stata analizzata, fu trovata contenere 4 per cento più di ossigeno che l'aria dell'atmosfera esterna.

Che le piante cedano all'atmosfera maggior copia di ossigeno che non ne assorbono, si può facilmente vedere dalle osservazioni fatte sulle piante che vivono sotto acqua. Gli stagni e i fossi, il cui fondo è ricoperto di piante, sovente si gelano alla superficie durante l'inverno, cosicchè l'acqua è chiusa completamente e separata dall'atmosfera da uno strato trasparente di ghiaccio; in questo caso si osservano, durante il giorno, uscire continuamente dalla punta

delle foglie e dei ramoscelli piccole bollicine di gas. Queste bollicine si vedono più distintamente quando i raggi del sole cadono sul ghiaccio; esse dapprima sono piccolissime, ma si uniscono sotto il ghiaccio, e formano bolle più grosse. Quelle bolle sono gas ossigeno puro. Nè durante la notte, nè durante il giorno, sia che il sole risplenda o no, si osserva che diminuiscano. La sorgente di questo ossigeno è l'acido carbonico, che le piante assorbono dall'acqua, alla quale esso è rinnovato dalla macerazione delle sostanze vegetali contenute nel suolo. Se queste piante assorbono ossigeno durante la notte, non può essere in quantità maggiore di quella contenuta nell'acqua circostante; perchè il gas, che è stato esalato, non è nuovamente assorbito.

Gli esperimenti del sig. Dottor Daubeny sull'azione delle piante sopra l'atmosfera (Phil. Frans. 1836) possono essere qui riportati. Una pianta racchiusa in un grande vaso e fornita di acido carbonico fu trovata accrescere la quantità dell'ossigeno nel vaso da 21 a 26, 29 ed anche 30 per cento; e questo è probabilmente un aumento minore di quello che sarebbe accaduto all'aria aperta, perchè, introducendo parecchie piante dentro allo stesso vaso a piccoli intervalli, la somma dell'ossigeno fu accresciuta dal 21 al 39 per cento, e forse non aveva raggiunto il limite a cui avrebbe potuto giungere l'aumento di questo gas. Ora quanto grande deve essere l'effetto di tutto un albero all'aria aperta in circostanze favorevoli! E noi dobbiamo ricordarci che le circostanze saranno favorevoli alla vitale energia della pianta, almeno entro certi limiti, in proporzione della quantità di acido carbonico fornito dalla respirazione e dalla putrefazione degli animali.

II.

SORGENTE DELL'IDROGENO
E DELL'AZOTO DELLE PIANTE.

Abbiamo segnato l'origine del carbonio delle piante, e dobbiamo ora procedere alla ricerca degli altri elementi costituenti.

Tutti gli organi delle piante contengono carbonio ed idrogeno, ma la massa principale di ogni vegetabile è composta di carbonio e di acqua, o piuttosto l'ossigeno e l'idrogeno sono nelle proporzioni volute per formare acqua (cioè 1 parte in peso di idrogeno ed 8 parti in peso di ossigeno). Quindi la fibra legnosa, l'amido, lo zucchero e la gomma sono composti di carbonio cogli elementi dell'acqua. Molti degli acidi organici, che s'incontrano nelle piante, consistono di carbonio, di ossigeno e di idrogeno; ma la proporzione dell'ossigeno è più grande di quello che sarebbe necessario per formare acqua coll'idrogeno. Una terza classe di composti vegetali, come gli olii volatili e fissi, cera e resine, consistono di carbonio ed idrogeno senza ossigeno, o con quantità minore di quella necessaria per formare acqua coll'idrogeno.

L'idrogeno delle piante è, perciò, derivato dalla scomposizione dell'acqua nel succhio. I corpi ricchi di idrogeno, come la cera, l'olio e la resina, devono, per ogni parte di peso di idrogeno che essi si appropriano, rendere all'atmosfera una quantità di ossigeno eguale a 8 parti di peso; o,

in altre parole, per ogni 453 grammi di idrogeno assimilato dalle piante, si libera 1810 decimetri cubi di ossigeno, cosicchè la scomposizione dell'acqua, fatta dalle piante, è un altro mezzo importante, col quale la Natura purifica l'atmosfera.

L'azoto esiste in piccolissima quantità in ogni pianta, e nei succhi che la compenetrano, e la sua origine fu soggetto di grandi discussioni fra i chimici. Non vi è nessuna ragione per supporre che l'azoto delle piante derivi direttamente dall'atmosfera: al contrario, molte piante eliminano l'azoto, che le loro radici hanno assorbito, sia in forma gassosa, sia sciolto nell'acqua; vi è però una certa evidenza in favore della teoria, secondo la quale l'azoto delle piante è condotto alle loro radici in istato di ammoniaca, derivata dalla putrefazione della materia animale. Questo modo di vedere fu esposto, molto tempo fa, dal De Saussure, ed ha avuto ultimamente l'appoggio di Liebig. « L'ammoniaca, dice egli, è atta a sopportare tanti mutamenti, quando è al contatto con altri corpi, che per questo riguardo essa non è inferiore all'acqua, che possiede la stessa proprietà in grado eminente. Essa possiede proprietà che non ritroviamo in nessun altro composto dell'azoto; quando è pura, è solubilissima nell'acqua; forma composti solubili con tutti gli acidi; e, quando è in contatto con certe altre sostanze, essa compiutamente abbandona il suo carattere di alcali, e può assumere le forme più varie ed opposte. Il formiato di ammoniaca si muta, sotto l'azione di un'alta temperatura, in acido idrocianico e acqua, senza separazione di alcuno de' suoi elementi. L'ammoniaca forma l'urea coll'acido cianico, ed una serie di composti cristallini cogli olii volatili di senapa e di mandorle amare. Quando è in contatto colla *floridzina*, essa cambia il costituente amaro della corteccia del melo in una materia colorante di un bellis-

simo color azzurro o rosso; coll'*orcina*, il principio dolce del *Lichen Dea'batus*; o coll'eritrina, la materia insipida della *Roncella tinctoria*. Tutte le materie coloranti azzurro, che possono essere rese rosse dagli acidi, e tutte le sostanze coloranti rosse, rese azzurre dagli alcali, contengono azoto, ma non in forma di base ».

Quindi l'azoto delle materie animali in putrefazione è versato nell'atmosfera in forma di ammoniaca, nello stato gassoso in cui si unisce prontamente coll'acido carbonico per formare un sale volatile, il carbonato di ammoniaca. L'ammoniaca ed i suoi composti essendo esternamente solubili nell'acqua, ogni volta che cade pioggia deve condensarsi l'ammoniaca e venire al suolo; in conseguenza, l'acqua della pioggia deve contenere sempre ammoniaca, però in quantità maggiore in estate che non in primavera ed in inverno, perchè in estate gli intervalli tra una pioggia e l'altra essendo più lunghi, l'ammoniaca ha il tempo di accumularsi. Tuttavia, la quantità di ammoniaca, che vien formata in tal modo, è sempre così piccola, che ripetute analisi dell'aria atmosferica non ne hanno dato traccia. Se supponiamo l'aria satura di umidità a 15 gradi centig. in quantità bastante per cadere in forma di pioggia, allora si otterranno 453 grammi di acqua della pioggia da ogni 31.80 metri di aria; tutta l'ammoniaca, contenuta in questa quantità di aria, sarà parimenti ritornata alla terra in questi 453 grammi d'acqua piovana.

Se vi fosse soltanto un solo centigrammo e mezzo di ammoniaca in tutta quest'aria, allora senza dubbio la quantità di aria, presa subitamente dal chimico per farne l'analisi, conterrebbe appena incirca 0,0000048 di 6 centigrammi di ammoniaca, quantità affatto inapprezzabile colla analisi; ma se 453 grammi di acqua piovana fossero esaminati, l'ammoniaca si scorgerebbe più agevolmente, per-

chè questa conterrebbe tutta l'ammoniaca diffusa nei 31.80 metri cubi di aria. Se 453 grammi di acqua piovana contengono solamente un centigrammo e mezzo di ammoniaca, allora un campo di 2487 metri quadrati debbe ricevere annualmente più di 36 chilogrammi di ammoniaca, o 28 e mezzo di azoto: quantità più grande di quella che è contenuta nella forma di albumina vegetale e di glutine in 1200 chilog. di legno, o 1000 di fieno, che è il prodotto solito di un anno di quel campo; ma è minor di quella che conterrebbero la paglia, le radici e il grano del fromento cresciuto sulla medesima superficie. Quindi è necessario fornire l'azoto a quest'ultimo raccolto in forma di concime.

L'esistenza dell'ammoniaca nell'acqua piovana fu bene provata da Liebig. L'acqua della pioggia fu raccolta 600 passi a sud ovest da Giessen, quando il vento soffiava nella direzione della città. Quando parecchie centinaia di chilog. di quell'acqua furono distillati in un lambicco, e i primi due chilogrammi furono svaporati coll'addizione di un po' d'acido muriatico, si ottenne una distinta cristallizzazione di sale ammoniaco; ma i cristalli avevano sempre un colore bruno o giallo. Cristalli simili si ottennero, svaporando parecchie centinaia di chilogrammi di neve in un vaso con acido muriatico. L'ammoniaca, ottenuta da queste due sorgenti, ha un odore pungente di materia putrefatta, che indica chiaramente la sua origine.

La presenza dell'ammoniaca nelle differenti parti delle piante è stata abbondantemente provata. Si è rinvenuta nelle radici delle bietole, nello stelo dell'acero e della palma, e in tutti i fiori e i frutti non maturi.

Considereremo fra poco il valore dell'ammoniaca come concime; ma può essere interessante il dimostrare quanto facilmente la sua presenza possa venire scoperta nella materia in fermentazione nel letamaio. Sir Humphrey Davy

riempi una storta di paglia calda in fermentazione e concime di bove, e adattò un piccolo vaso sopra la storta, unendo a tutto ciò un apparecchio per ricevere i prodotti liquidi e aeriformi. Il vaso venne in breve inumidito di gocce di rugiada, e le gocce cominciarono, in poco tempo, a scendere giù dai lati del recipiente. In tre giorni si formarono 560 centimetri cubi di gas, consistente in 336 cent. cubi di acido carbonico, il resto essendo idrocarbonato misto coll'azoto del vaso. La materia fluida, raccolta nel recipiente, ascendeva a quasi mezz' oncia; aveva un sapore salino ed un odore sgradevole, e conteneva acetato e carbonato di ammoniaca.

Un'altra storta, piena di letame caldo e in fermentazione, fu collocata, col suo capo introdotto nel suolo, tra le radici di qualche erba in un giardino. In meno di una settimana si osservarono effetti distinti, prodotti sull'erba di quel luogo, la quale crebbe molto più rigogliosa che non in qualunque altro sito del giardino.

Un'altra sorgente di azoto nelle piante è l'acido nitrico o acqua forte. Cavendish, nel 1785, scoprì che, facendo passare una serie di scintille elettriche attraverso ad un miscuglio composto di 7 volumi di ossigeno e 3 di azoto, chiusi in un tubo di vetro, si formava acido nitrico. Ora, quello che fa una scintilla elettrica in un tale miscuglio, lo compie il lampo del fulmine nell'atmosfera, formando acido nitrico, di cui si rinvencono tracce distinte nella pioggia che si forma nei temporali, cosa che fu provata da Liebig nel 1827. Questo distinto chimico sottopose settantasette saggi di acqua piovana, raccolti in circostanze diverse, ad una lenta distillazione.

Di questi saggi, diciassette, erano stati raccolti durante o subito dopo un temporale. Nei residui ottenuti da questi diciassette saggi, fu trovato acido nitrico in quantità maggiori o minori, combinato colla calce o coll'ammoniaca. Nei

cinquantotto altri saggi non si rinvennero questi nitrati; e negli ultimi due si scopersero appena poche tracce di acido nitrico. L'acido, formato in tal modo, è portato dalle piogge nel suolo, ove si unisce colla potassa, colla soda e colla calce; questi nitrati, essendo tutti solubili, sono presi dalle radici delle piante. L'acido nitrico si produce anche nei mucchi di avanzi e ove la materia vegetale va in iscomposizione al contatto dell'aria.

Dai precedenti ragionamenti si sarà veduto che l'acido carbonico, l'acqua, l'ammoniaca e l'acido nitrico contengono alcuni dei principali elementi necessari al sostentamento dei vegetali, i quali a loro volta forniscono cibo agli animali. « Le medesime sostanze, dice Liebig, sono gli ultimi prodotti dei processi chimici di scomposizione e putrefazione. Tutti gl'innumerevoli prodotti della vitalità si riassumono dopo morte nella forma originale, dalla quale scaturirono. Quindi la distruzione di una generazione esistente produce mezzi necessari per la produzione di un'altra nuova generazione, e la morte diviene sorgente di vita ».

III.

DEI PRODOTTI VEGETALI AMIDO, GRASSO, GLUTINE.

È necessario ora annoverare alcune delle sostanze principali prodotte nelle piante dall'assimilamento del loro alimento.

Se un pugno di farina di frumento si inumidisce sotto una corrente d'acqua, finchè l'acqua non sia più colorata resterà nella mano una sostanza elastica appiccaticcia, e una polvere bianca resterà nell'acqua; la prima di queste sostanze è chiamata GLUTINE, e l'altra AMIDO.

L'AMIDO rappresenta il gruppo di sostanze costituite di carbonio ed acqua.

1. *La fibra cellulare o legnosa* forma le pareti delle cellule delle piante, una porzione notevole delle fibre del cotone e del lino, del legno, del fieno, della paglia, ecc. È insolubile nell'acqua; in forma di foraggio per gli animali, sembra digeribile. In peso è composta di 36 parti di carbonio e 45 di acqua.

2. *Amido*, propriamente detto. L'amido comune contiene 36 parti di carbonio e 45 di acqua, ma vi sono varii amidi nei quali la composizione chimica non è esattamente la stessa; quindi, le farine del frumento, dell'orzo, dell'avena, delle patate, dei licheni, della radice delle dalie, ecc., forniscono amido, tutto più o meno solubile nell'acqua.

3. *Gomma* Portando l'amido alla temperatura di 154°, 4', si forma la gomma; come accade sciogliendo l'amido in acido solforico diluito. La gomma, formata in tal modo, si chiama *destrina*, e in questo stato esiste nel succhio delle piante. L'*Arabina*, o gomma arabica, è solubile nell'acqua fredda. *La *Cerasina*, o gomma del ciliegio, è solubile nell'acqua bollente. Queste tre varietà di gomma hanno la medesima composizione chimica dell'amido comune.

4. *Le mucilaggini*, o materie aderenti, che l'acqua estrae dai semi oleosi, gomma dragante, ecc. Esse consistono di 48 parti di carbonio e 57 di acqua.

5. *Zucchero*. Vi sono varie sorte di zucchero, come quello della canna da zucchero, dell'acero, della barbabietola, quello che esiste nello stelo del grano e di molte altre.

piante. E composto di 48 parti di carbonio e 66 di acqua. Nell'uva e in altri frutti, come pure nel miele, vi è un'altra specie di zucchero, detto *zucchero d'uva*, composto di 48 parti di carbonio e 84 di acqua: questo è tanto dolce, quanto quello della canna da zucchero, e non così solubile. Si forma artificialmente, facendo bollire la cellulosa o l'amido per molto tempo nell'acqua acidulata con acido solforico.

6. La *Pettina*. Nelle sostanze incluse nei cinque precedenti paragrafi, l'idrogeno e l'ossigeno sono in proporzione per formare l'acqua. Vi sono certe sostanze vegetali, che rassomigliano all'amido e alla gomma, nelle quali l'idrogeno e l'ossigeno non sono esattamente in questa proporzione. Quindi nei frutti polposi, come nella susina, nella pesca, nell'albicocca, nella mela, nella pera, ecc., e nei bulbi o radici dei navoni, delle carote, delle pastinache, ecc., non vi è amido, ma solamente una sostanza detta *pettina*, che compie lo stesso ufficio. Contiene minor copia di idrogeno e maggiore di ossigeno che non l'amido.

Un secondo gruppo di sostanze, il GRUPPO DEI GRASSI, comprende i veri grassi e gli olii, le cere, le trementine, e le resine. Queste sostanze tutte contengono meno ossigeno di quello che ci vorrebbe per mutare il loro idrogeno in acqua. I grassi e gli olii fissi, sì vegetali che animali, sono miscugli di due e sovente di tre composti distinti: il primo di questi è chiamato *stearina*, ed è solido alla temperatura dell'atmosfera; il secondo è l'*oleina*, ed è liquido alle temperature ordinarie, ed anche fino a 0°, punto del ghiaccio fondente; la terza sostanza è detta *margarina*, per ragione del suo aspetto di madreperla: forma l'ingrediente grasso solido del sevo di montone, ed è solida alle temperature ordinarie. Perciò i grassi sono miscugli di oleina fluida con stearina o margarina solide; se il solido è in proporzioni maggiori del fluido, come in varie specie di sevo, è necessaria maggior copia

di calore per discioglierlo; se predomina il fluido, come negli olii, allora il punto a cui si liquefa è abbassato.

Facendo bollire frumento, avena, grano indiano, seme di lino, o anche fieno e paglia sminuzzate, in alcool o etere, si separa una parte di olio o di grasso, cera o resina. La cera forma un intonaco ai fiori e alle foglie di molti alberi e arboscelli, ed anche forma il fiore dei frutti. Essa è raccolta dalle api: è insolubile nell'acqua, ma si scioglie in parte nell'alcool; è quasi insipida, ed è molto combustibile.

Le *trementine* e le *resine* sono abbondanti nelle piante della famiglia dei pini: sono insolubili nell'acqua, ma solubili nell'alcool; sono più combustibili del grasso e della cera, e contengono minor copia di ossigeno di quelle sostanze.

Ora veniano a notare il glutine, la materia solida appiccaticcia, che rimane dopo aver lavata la farina in una corrente d'acqua. Il glutine è il rappresentante di un grande ed importante gruppo di sostanze, che contengono *azoto* in unione al carbonio, all'ossigeno e all'idrogeno.

1. Il *Glutine* è insolubile nell'acqua, ma in parte solubile nell'alcool, il quale estrae da esso un olio grasso; si discioglie prontamente nell'aceto (acido acetico), o in soluzioni di potassa caustica e di soda. Il glutine del frumento contiene parimenti una sostanza chiamata *glutina*, solubile nell'alcool, ed una specie di albumina coagulata, insolubile nell'alcool.

2. L'*Albumina*, sostanza vegetale che rassomiglia nelle sue proprietà alla parte albuminosa o bianca dell'uovo, è solubile nell'acqua, ma si solidifica, e diviene insolubile ad un calore moderato. Coagulata, si discioglie nell'aceto e nelle soluzioni caustiche, potassa e soda. Quando il succio delle piante viene riscaldato, l'albumina si coagula, e si separa in fiocchi bianchi, opachi.

3. La *Caseina* forma il coagulo, o la parte solida del latte, quando è separato dal siero per mezzo del presame o di un acido. Si può ottenere dalla farina di avena, scuotendone una parte con acqua fredda per circa mezz'ora. Lasciando riposare la mistura, e aggiungendo un acido al liquido limpido, si separa una bianca polvere, che ha molte delle proprietà della caseina del latte. La farina delle fave, dei piselli, ecc., dopo essere stata in contatto dell'aria calda, produce una sostanza che, aggiungendovi un acido, ha molta rassomiglianza colla caseina. Essa si può ottenere dal succhio delle piante, e dal sugo delle patate, di navoni e di altre radici, coagulando prima l'albumina col calore, e poi aggiungendovi un acido.

L'albumina, il glutine, la caseina, ed altri composti di azoto, come la *fibrina*, l'*emulsina* e la *legumina*, sembrano dovere la loro esistenza ad una base comune detta *proteina*¹, la quale apparentemente trae la sua origine dai poteri vitali delle piante, donde essi sono trasmessi agli animali come parte essenziale del loro cibo. La proteina è composta di carbonio, ossigeno e idrogeno, e circa 16 per cento di azoto; contiene anche circa 3 per cento di solfo.

I gruppi delle sostanze precedenti devono tutti esistere in quelle piante che forniscono cibo agli animali; se le piante sono deficienti per questo riguardo, esse divengono un cibo

¹ La *fibrina vegetale* è una materia fibrosa di color grigio, che rimane dopo aver bollito il glutine del frumento nell'alcool. La *emulsina* è contenuta in certi semi oleaginosi e nelle noci, mandorle e ghiande; alcuni chimici la considerano identica alla *legumina*, o ai principii azotati dei piselli, delle fave e di semi di questo genere. Liebig considera la *legumina* e la *caseina* come un solo e medesimo principio.

poco buono per gli animali, e vedremo in seguito che la deficienza nelle piante può derivare dalla mancanza nel suolo di certi ingredienti.

IV.

GERMOGLIAMENTO DEL SEME.

Si sarà osservato, per gli esempi dati più sopra, che parecchie sostanze, collocate coll'amido, grasso ed il glutine sono contenute nei semi delle piante. Il seme, infatti, è un meraviglioso organismo: esso è il risultamento finale della vita vegetale, è un serbatoio di nutrimento per una nuova generazione, è il punto di partenza di tutta la coltivazione; e la Natura, con cura e previdenza infinita, ha provveduto ai mezzi della sua conservazione. In alcuni casi, questo seme è involto in un'abbondante polpa carnosa, che fornisce il concime del suo futuro sviluppo. Nelle piante legnose, esso è protetto da una membrana spessa e tiglosa, o è ricoperto da scaglie dure e flessibili, come nelle piante graminacee, o incassato in una sostanza dura e legnosa, come nelle frutta secche. « La Natura, dice Boussingault, non si è dimostrata meno previdente nel fornire i mezzi necessarii per mandar qua e là i semi e propagare le specie vegetali a grandi distanze. Vi sono, infatti, semi i quali, forniti di leggiere piumette simili alla seta, o ali, vagano per l'aria, e sono trasportati ben lungi dai venti. Altri, per mezzo di un invoglio impermeabile, vischioso, duro, galleggiano sui fiumi, e discendono lungo

la corrente, senza soffrire il benchè minimo mutamento, o perdere della loro potenza germinativa. Vi sono anche dei semi di un tessuto abbastanza fitto per resistere alla azione digestiva degli stomaci degli animali, che si cibano delle frutta che li contengono, e che sono per conseguenza trovati sovente deposti a grande distanza dalla pianta che li ha prodotti; essi sono quindi frequentemente lasciati cadere per germogliare e fiorire sulle cime delle più scoscese montagne. Per queste ammirabili providenze della Natura, dunque, l'aria, l'acqua, ed anche gli animali medesimi divengono il veicolo, pel quale si compie la migrazione delle varie specie vegetali sulla faccia del globo ».

Quando il seme è raccolto in istato di maturità, le sue funzioni vitali sono compiutamente sospese; e può esser tenuto per un tempo lunghissimo in questo stato inerte, senza che ne soffra alcun danno. Il tempo, però, varia secondo le specie: i semi di alcune piante conservano il loro potere germinativo per un periodo di tempo indefinito; altri lo perdono molto facilmente, come, per esempio, il seme della pianta da caffè, che deve essere seminato quasi subito dopo raccolto. I semi oleosi per lo più si conservano con grande difficoltà, come quelli delle piante rubiacee, dei lauri, dei mirti ecc.

Il contadino fa sempre bene a seminare semi più recenti, anche per quelle specie che conservano più a lungo la loro vitalità. Accade sovente che, dopo un breve tempo, una porzione dei semi muore; questi non saranno stati probabilmente raccolti in circostanze favorevoli alla loro compiuta conservazione. Infatti, è noto praticamente che, seminando il seme del frumento di molti anni, ne è necessaria una quantità maggiore che non pel seme recente ¹.

¹ Secondo Humboldt, una soluzione acquosa di cloro possiede

Quando il seme è confidato alla terra nella stagione acconcia, comincia subito a germogliare, sotto l'azione del calore e della umidità; la così detta piumetta esce fuori, la radichetta si affonda; ma finchè la foglia non si espanda e la radice non abbia preso possesso del suolo, la giovane pianta non attinge alimento, tranne che acqua, nè dalla terra nè dall'aria. Si sostiene coll'amido e col glutine, serbato nel seme: ora queste sostanze, come abbiamo veduto, non sono solubili nell'acqua, sebbene separabili da essa; quindi esse non possono essere attratte su dai vasi della pianticella, alla quale forniscono l'alimento, senza sopportare alcun mutamento. Questo mutamento è notevolissimo: alla base del germoglio che spunta, una porzione del glutine insolubile si converte in *diastase*, sostanza bianca, che non è per sè stessa solubile, ma che rende l'amido solubile, cosicchè la pianta può assimilarne quanto è necessario.

L'amido, reso in tal modo solubile, si chiama *destrina*. La destrina, formata in tal modo dall'amido, viene mutata in zucchero, e questo nuovamente in fibra cellulosa o legnosa; e prima che la provvista del nutrimento contenuto nel seme siasi esaurita, la pianta ha di già cominciato a vivere alle spese dell'aria e del suolo.

Abbiamo veduto che le parti verdi delle piante assorbono acido carbonico dall'aria, ritengono il carbonio, e rendono l'ossigeno; l'acqua abbonda nel succhio della pianta; e da queste due sorgenti, il carbonio e l'acqua, vien formata la fibra cellulosa o legnosa. Questa sostanza può anche essere formata dall'alimento preso dalle radici, dall'acido umico, per esempio, il quale esso pure consiste di carbonio

la notevole proprietà di stimolare o favorire la germinazione. La sua azione certamente si osserva sui vecchi semi, i quali non germoglierebbero nelle circostanze ordinarie

ed acqua, come nella fibra legnosa, soltanto in proporzioni differenti. In pari modo, l'amido del seme può venir mutato in zucchero, e questo in fibra cellulare, e lo zucchero può essere trasformato in amido; così la Natura con tanta maestria elabora sostanze, di proprietà affatto varie, dai medesimi materiali, e la sola differenza che noi possiamo scoprire sta nelle proporzioni adoperate.

Nel processo adoperato per far la birra, l'orzo è tenuto nell'acqua fredda, finchè comincia a germogliare. Se ne fa allora un mucchio, o *strato*, sul pavimento della birreria, onde assorba ossigeno ed espella acido carbonico; la sua temperatura si eleva, e vien rimosso di tratto in tratto, onde non si riscaldi troppo rapidamente. Durante questo processo, la radichetta cresce, e la piumetta si allunga; quando ha quasi raggiunto l'estremità opposta del seme, si arresta il suo accrescimento, diseccandola ad una temperatura fatta salire gradatamente fino a 65 gradi centigradi o più. L'orzo, così preparato, è allora ripulito dalle barboline. L'analisi seguente, fatta dal Dr. Thomson, dell'orzo prima e dopo la preparazione, mostrerà i mutamenti che accadono durante l'operazione:

	Orzo	Orzo preparato
Gomma	5	14
Zucchero	4	16
Glutine	3	1
Amido	88	69
	100	100

Da questo si vedrà che, nel processo per far la birra, la diastase, che si forma, rende l'acido solubile nell'acqua calda; e mescolando sempre più col mosto della birra, la destrina

è convertita in zucchero per mezzo della stessa diastase: processo simile a quello della pianta che cresce.

Il glutine insolubile diviene solubile come la diastase, per mezzo della quale l'amido insolubile è convertito in destrina solubile. La porzione rimanente del glutine ascende col succhio, in qualche forma solubile non bene conosciuta, e si suppone che in qualche modo assista ai successivi mutamenti, che sono stati sopportati dall'amido, dallo zucchero e dalla gomma del succhio.

Nella radice e nella piumetta, che germogliano, sono presenti alcuni composti di azoto. Nelle piccole barboline delle radici dell'orzo germogliante, vi sono 32 per cento di una sostanza che contiene azoto, mentre il grano ne contiene solamente 14.

I composti di azoto sembrano presiedere al mutamento delle sostanze solubili nel succhio che sta dentro la fibra insolubile delle cellule, e al mutamento dello zucchero e della gomma del succhio nell'amido del grano in spiga.

Le foglie delle piante, crescendo al sole, esalano una porzione di azoto, che si suppone essere derivato dal glutine e da altri composti proteici; infatti, l'azoto sembra essere necessario alle piante in ogni stadio della loro esistenza, e quindi uno degli usi principali dei letami. Nè si ottiene l'azoto totalmente dall'ammoniaca e dall'acido nitrico. Le sostanze animali contenenti azoto, rese solubili dalla fermentazione, entrano probabilmente dalle radici, e così contribuiscono al nutrimento delle piante.

La funzione delle piante annuali si compie quando esse hanno raccolto nei loro semi, in forma di albumina vegetale, di amido e di gomma, la quantità di nutrimento necessario all'alimentazione di una nuova serie di piante. Nelle piante perenni, come negli arbusti, negli alberi fruttiferi, negli alberi delle foreste, dopo che il loro frutto o il seme è

mature, la fibra legnosa, che si è formata nella primavera, diviene più dura e più solida durante l'estate; ma, dopo il mese d'agosto, non si forma più nuovo legno; l'acido carbonico continua ad essere assorbito, ma viene adoperato a formare una provvista di materia nutritiva per l'anno seguente. Invece della fibra legnosa, si forma l'amido, e si diffonde in ogni parte della pianta per mezzo del succhio autunnale. Da quest'amido, lo zucchero e la gomma sono elaborati nella primavera susseguente, e alla lor volta queste sostanze formano le foglie e i giovani ramoscelli. Dopo che le patate hanno germogliato, l'amido in esse contenuto si trova diminuito. Quando le gemme, i germogli e le foglie dell'acero sono mature, il succhio cessa di essere zuccherino. Un ramo di salice contiene una quantità di amido in ogni parte della sua sostanza legnosa, e manda fuori le sue foglie e le sue radici in acqua distillata o in acqua piovana; ma man mano che i germogli crescono, scompare l'acido, essendo evidentemente esaurito nella formazione delle radici e delle foglie. Quando la canna da zucchero fiorisce, parte dello zucchero scompare. Lo zucchero non si accumula nelle barbabietole, finchè le foglie non siano compiutamente formate.

Queste osservazioni bene autentiche tolgono ogni dubbio, dice Liebig, riguardo alle funzioni compiute dallo zucchero, dall'amido e dalla gomma nello sviluppo delle piante, e spiegano perchè queste tre sostanze non esercitino influenza sul crescere o sul processo di nutrizione di una pianta matura, quando sono date a quella come cibo.

V.

COSTITUENTI MINERALI E SALINI
DELLE PIANTE.

È stato osservato che, quando una pianta vien bruciata, la sua porzione organica è distrutta, o si dilegua in forma gassosa, lasciando dietro a sè una cenere, che differisce per natura e quantità, secondo le piante, ed anche nella stessa pianta, secondo il suolo ove è cresciuta.

« Molti scrittori, dice Saussure, pensano che gl'ingredienti minerali delle piante siano presenti in esse puramente per caso, e non siano per nulla necessari alla loro esistenza, perchè la quantità di quelle sostanze è eccessivamente piccola. Questa opinione può esser vera riguardo a quelle materie che non si trovano sempre nelle piante dello stesso genere; ma non vi è una prova evidente della verità di questa asserzione per quelle sostanze che sono invariabilmente presenti. La loro poca quantità non indica la loro inutilità. Il fosfato di calce, che esiste nel corpo dell'animale, non ascende a un quinto del peso di questo; pure non vi è alcun dubbio che questo sale sia necessario alla formazione delle sue ossa. Io ho trovato lo stesso composto nelle ceneri di tutte le piante da me esaminate, e non abbiamo ragione di supporre che quelle potrebbero esistere senza di esso ».

La porzione minerale o inorganica delle piante è ricavata dal suolo, e consiste dei carbonati di potassa, di soda,

di calce e di magnesia; — di silice, che è il nome chimico della pietra focaia, del quarzo, del cristallo di rocca, delle sabbie silicee e dei ciottoli; — di allumina, o pura terra di allume, che forma circa due quinti del peso delle argille da porcellana ed altre; — di ossido di ferro, ossido che impara il colore ai terreni rossi, e il nero che colora molte delle argille azzurre; — di ossido di manganese, che esiste in piccolissime quantità nelle piante e nei terreni: — di solfo, che è presente in quasi tutte le parti delle piante e degli animali ¹; — di solfati, come quelli di potassa, di soda, di ammoniaca, di calce, di magnesia e di ossido di ferro: — di acido fosforico e di fosfati di potassa, di soda, di ammoniaca, di calce e di magnesia. Il fosfato di calce è il principale costituente delle ossa, ed esiste in quantità considerevole nel formento e nell'orzo, e in altri semi. — I cloruri di potassio, di sodio o sale comune, di calcio e di magnesio si trovano pure nelle ceneri delle piante.

È stato detto che la quantità di cenere prodotta dalle differenti piante non è sempre uguale. Per esempio, 453 chilogrammi e mezzo delle seguenti sostanze secche lasciano in peso la quantità di cenere indicata qui appresso:

¹ L'albumina animale, la fibrina e la caseina contengono solfo, che le distingue da tutte le altre parti componenti del corpo dell'animale; e vi è ogni ragione di credere che il corpo dell'animale ricavi queste tre importanti sostanze dalle piante. « Le piante contengono, dice Liebig, sia deposte nelle radici o nei semi, sia disciolte nel loro succhio, varie quantità di composti, che contengono solfo. In questi, l'azoto è un costituente invariabile. Due dei composti contenenti solfo esistono nei semi delle piante cereali, e in quelli dei vegetabili leguminosi, come i piselli, le lenticchie e le fave. Un terzo composto è sempre presente nel succhio di tutte le piante; e trovasi anche più abbondante nei succhi di quelle che noi adoperiamo per alimento ».

Il frumento lascia circa chilogrammi	9	di cenere
Orzo	13	»
Avena	18	»
Segale	9	»
Grano indiano	6	»
Fave	13	»
Piselli	13	»
La paglia di frumento lascia circa chil.	22	»
» orzo	22	»
» di avena	23	»
» di segale	18	»
» di grano indiano	22	»
» di piselli	22	»
Il fieno dei prati lascia chilogr.	22	a 44 »
» di cedrandola	40.81	»
» di faricello	42.08	»
Patate	3.62	a 6.80 »
Navoni	2.26	a 3.62 »
Carote	6.80	a 9.07 »

Si può conchiudere da queste tavole che, se le rispettive quantità di cenere formano un approssimativo delle rispettive quantità di alimento inorganico richiesto pel crescere di 453 chilogr. e mezzo di ogni sostanza, un terreno che ne produce una minor quantità sarà acconcio per quelle piante soltanto, alle quali ne è necessaria una più piccola porzione. Quindi gli alberi, che richiedono solo una porzione piccola di alimento minerale, possono crescere nei suoli ove le messi non sarebbero abbastanza nutrite.

Quindi il peso delle ceneri lasciate da 453 chilogrammi e mezzo del

	Chil.		Chil.
legno di olmo è	8. 51	legno di betulla.	1. 58
» di pioppo .	4 070	» di pino .	0.680
» di salice .	2 040	» di quercia	0.907
» di faggio .	0.680	» di frassino	2. 26 a 3

La quantità di materia inorganica varia nelle differenti parti della medesima pianta, come è evidente dalla somma fornita dal seme e dalla paglia della stessa pianta. Per esempio, in una quantità di grano, una porzione più grande di materia minerale ritorna al suolo nella paglia fermentata, che si toglie dal frumento. Le foglie degli alberi contengono maggior copia di materia minerale che non i rami, e i rami più del tronco; cosicchè in autunno le foglie rendono al terreno una grandissima porzione delle materie inorganiche solubili, prese dalle radici durante la stagione estiva. La patata contiene più potassa prima di fiorire, che non dopo.

Fu scoperto dal prof. Johnston che la materia inorganica varia in proporzioni differenti nella stessa parte della pianta. Quindi, lo stelo del frumento, dell'avena, dell'orzo, se sono tagliati in quattro parti uguali e bruciati separatamente, si troverà che la parte più bassa darà minor copia di cenere, e la parte più alta ne darà di più.

La quantità di cenere differisce nei differenti saggi e varietà della medesima pianta. Quindi la paglia di frumento non produce sempre la stessa quantità di cenere, e ciò dipende talvolta dalla varietà della pianta, e talvolta dalla natura del terreno. Il grado di maturità ha esso pure la stessa influenza, ottenendosi maggior copia di cenere da una pianta ben matura, che non da una in istato meno avanzato.

Sembrerebbe, a prima vista, che la quantità di nutrimento inorganico preso da una pianta sia interamente accidentale. Così Saussure rinvenne magnesia nelle ceneri di un pino cresciuto sul Monte Breven, mentre questa mancava nelle ceneri di un albero della stessa specie trovato sul Monte La Salle; anche la proporzione di calce e di potassa era molto differente. Ma Liebig ha cercato di mostrare che la pianta, in qualunque suolo essa cresca, deve contenere una quantità invariabile di basi alcaline. La sola coltivazione

può produrre una deviazione. Dobbiamo bene fissarci nella mente che ognuna delle tante basi alcaline può essere sostituita da un'altra, essendo eguale l'azione di tutte ¹. Cosicchè un alcali particolare può esistere in una pianta e mancare in un'altra della stessa specie. Quindi, l'alcali o terra mancante deve essere supplito da uno simile nel suo modo di azione, o in altre parole da un equivalente di una altra base ². « Il numero degli equivalenti delle varie basi, che possono essere cambiate con un acido di una data pianta, deve, per conseguenza, essere costante; e perciò la somma di ossigeno contenuto in esse deve rimanere inalterata in qualunque circostanza, e su qualunque suolo esse crescano ». Per esempio, nei due casi testè citati da Sausure, 100 parti di cenere d'albero di pino preso dal Monte Breven contenevano:

¹ Il lettore terrà a mente che, quantunque due basi alcaline possano agire tanto similmente che una possa essere sostituita dall'altra, non accade lo stesso cogli acidi, che accompagnano queste basi. L'acido solforico, per esempio, non può fare l'uffizio del fosforico.

² « Wiegnaam e Polstorf piantarono parecchie piante in un vaso da fiori, pieno di terra comune di giardino, e lo isaffiarono con soluzioni deboli di cloruro di potassio, ed anche di cloruro di sodio, essendosi prima assicurati che la terra conteneva poche tracce di cloruri metallici. Sottoposte a questo trattamento, le piante fiorirono rigogliose, tanto che coprirono tutto il vaso, estendendosi da ogni lato. Esse furono trapiantate in piena terra, e non più fornite di cloruri. L'anno dopo appassirono e si seccarono, durante il periodo della fioritura. Da questi esperimenti sembrerebbe che le piante abbiano bisogno di cloruri metallici pel loro nutrimento, ma che è indifferente per esse se il cloruro sia unito al sodio o al potassio ». (*Liebig.*)

Carbonato di potassa	3.60	Quantità dell'ossigeno nella potassa	0.415
» di calce	46.34	» » nella calce	7.327
» di magnesia	6.77	» » nella magnesia	1.225

Somma dei carbonati 56.71 Somma dell'ossigeno nelle basi 9.007

E cento parti delle ceneri del pino preso dal Monte La Salle contenevano:

Carbonato di potassa	7.36	Quantità dell'ossigeno nella potassa	8.00
« di calce	51.19	» » nella calce	8.10
» di magnesia	0.00		

Somma dei carbonati 58.55 Somma dell'ossigeno nelle basi 8.10

I numeri 9,007, e 8,10 son vicini tanto quanto si sarebbe potuto aspettare anche in analisi istituite appositamente per accertare il fatto testè dimostrato, cui in questo caso l'analizzatore non aveva in vista. Liebig dà altri casi, che confermano lo stesso modo di vedere e che sembrano meritare ulteriori ricerche.

Considerando la cenere dal punto di vista dell'agricoltura pratica, la sua qualità deve essere tenuta in conto al paro della quantità. La cenere di una certa specie di piante può dare maggior copia di calce; la cenere di un'altra maggior copia di potassa, quella di una terza di soda, e quella di una quarta di silice: in altri termini, un cereale prenderà molto più di un minerale che non di un altro; il frumento, per esempio, esaurirà il suolo di certe sostanze più che un altro raccolto, e le fave e le patate lo esauriranno di altre sostanze diverse, cosicchè la terra può essere acconcia per un raccolto e non per l'altro. Così pure, due successivi raccolti di specie differenti possono prosperare su quello stesso terreno, che sarebbe invece molto danneggiato a farne nascere

successivamente due della stessa sorte; e da ciò deriviamo una ragione naturale per la *rotazione delle messi*. Il nutrimento inorganico preso da un cereale può essere restituito da altri cereali, prima che ritorni il tempo in cui deve crescere nuovamente la prima messe.

Così pure, un suolo può essere favorevole all'accrescimento di una parte della pianta e non di un'altra; può fiorire la paglia del frumento e non la spiga, perchè comparativamente la paglia contiene poca quantità di alcuni degli ingredienti che si rinvencono nella spiga; così la paglia contiene pochissima quantità di calce, magnesia e di acido fosforico: il seme invece contiene una grande proporzione di queste sostanze. Ed al contrario, la paglia contiene molta silice, e il seme poca. Da tutto ciò si comprenderà agevolmente che certi terreni faranno prosperare la paglia con spighe scarse, ed altri daranno buone spighe con poca paglia.

Il nutrimento inorganico delle piante può parere insignificante coll'analisi chimica, ma la sua quantità è meravigliosa, se lo consideriamo preso sul raccolto di 40 are di terreno. Il seguente esempio dato dal professore Johnston lo dimostrerà in modo sorprendente. Nel corso di quattro anni di raccolti, le messi ottenute ascendevano per ogni ara:

al 1.^o anno, *navoni* chilogr. 203.208 di bulbi, e chilogr. 6434.24 di gambi;

al 2.^o anno, *orzo* chilogr. 1141.50, e 1016 di paglia;

al 3.^o anno, *cedrangola* e *faricello* chilogr. 1141.56, ognuno in fieno.

al 4.^o anno, *frumento* chilogr. 679.50, e chilogr. 1141.56 di paglia.

In questi quattro anni, la quantità di materia inorganica portata via dalle quattro messi, supponendo che nessuna sia stata consumata sulla terra, ammontava a circa:

	Chil.
Potassa	143.75
Soda	24.50
Calce	87.52
Magnesia	13.83
Ossido di ferro	6.70
Silice	161.45
Acido solforico	48.97
Acido fosforico	52.60
Cloro	30.74

Totale chilogrammi 570.06

Ora, se l'intero prodotto fosse portato via e non si rimettesse in forma di letame, sarebbe necessario, per ritornare il terreno alla sua condizione primiera, di aggiungere ad ogni 40 are ogni quattro anni:

	Chil.
Cenere di madreperla . . .	210.87
Polvere di osso	249.33
Sali di Epsom	147.84
Sale comune	48.97
Calcina	30.74

Totale chilogrammi 687.75

Il costante cambiamento di quantità così grandi di nutrimento inorganico deve col tempo esaurire il terreno e renderlo sterile e nudo, a meno che non vi si ponga rimedio con un giudizioso sistema di concimi.

I sali solubili, come quelli di potassa e di soda, possono andar soggetti ad essere portati via dal terreno dalle piogge. Generalmente, la terra contiene una provvista di nutrimento inorganico, quindi l'impoverimento del suolo sovente si ef-

fettua con un lento processo. « Nelle mani delle successive generazioni, un campo può diminuire tanto insensibilmente di valore, che può anche scorrere tutto un secolo prima che il mutamento sia tale da produrre una sensibile diminuzione nel valore della rendita. Tali lenti mutamenti, però, sono di rado ricordati; e quindi l'uomo pratico è qualche volta indotto a sprezzare i più chiari principii teorici, perchè non gli è mai accaduto di vederli verificati nella sua limitata esperienza, e trascura quindi i suggerimenti e le saggie precauzioni che questi principii gli dimostrano. Esempi generali di questo lento, ma sicuro impoverimento si possono vedere nella storia agricola di quasi ogni contrada. In nessuna forse è più notevole di quello che è negli antichi Stati da schiavi del Nord America; il Maryland, la Virginia, la Carolina del Nord — provincie un tempo ricche e fertili — sono ora divenute generalmente sterili e improduttive, per un sistema di forzata coltivazione che ha esaurito il terreno, per cui sono stati abbandonati grandi tratti di terra, non sperando più di renderli fertili ¹. È forse possibile riacquistare quelle terre; ma con quanta spesa di tempo, di lavoro, di letame, e con quale scarsità di frutti! È da sperarsi che gli Stati più nuovi non sacrifichino così il loro futuro potere e il loro avvenire ad una presente e temporanea ricchezza, — che le belle terre del Kentucky, le quali ora danno frumento e grano turco continuamente e senza interruzione e senza ingrasso, non siano esaurite, finchè

¹ Da ogni ara di questa terra furono rimossi, nel corso di un secolo, 5424 chilogrammi di alcali in foglie, grano e paglia; il terreno divenne sterile, perchè fu privato di ogni particella di alcali necessari al nutrimento delle messi, e perchè quella che era resa solubile, mentre la terra era lasciata incolta per un anno, non era sufficiente ai bisogni delle piante. *Liebig*.

siasi perduta la loro forza e la loro sostanza, ma che una agricoltura meglio condotta e più assennata continui, senza diminuire le messi presenti, ad assicurare una permanente fertilità a quella contrada, naturalmente ricca e produttrice ». — *Johnston*.

Un altro esempio di esaurimento è menzionato dallo stesso autore nel caso delle piantagioni di zucchero delle Indie occidentali. La canna, dopo essere stata spremuta nel mulino, e aver dato così il suo succo zuccherino, serve di combustibile per far bollire lo sciroppo. Le ceneri, prodotte in tal modo, sono ricche di quegli ingredienti minerali, che sono necessari alla prosperità della pianta; e la trascuranza di restituire questa cenere tanto importante al terreno ha cagionato non solo una grande importazione di concimi stranieri, ma anche un grave deterioramento del suolo.

VI.

COMPOSIZIONE E FORMAZIONE DEI TERRENI.

Dai precedenti ragguagli si sarà osservato che i terreni acconci a far prosperare le piante consistono di due principali porzioni — l'organica e l'inorganica. La porzione organica, o *humus*, come è talvolta chiamata, consiste degli avanzi di materia animale e vegetale in via di disfacimento, e varia moltissimo di quantità nei differenti terreni. Nei terreni magri, forma 50 a 70 per cento del peso interno. Nei terreni ricchi e coltivati da molto

tempo, si è veduto che sale a 25 per cento; ma, in generale, la proporzione è molto più piccola. L'avena e la segale cresceranno in un terreno che contenga soltanto 1 $\frac{1}{2}$ per cento di humus; l'orzo fiorirà con solo 2 o 3 per cento; i terreni buoni pel frumento richiedono da 4 ad 8 per cento. Nei terreni compatti e argillosi, se ne è rinvenuto da 10 a 12 per cento.

Ora, non bisogna supporre che un terreno sia fertile in proporzione della sua ricchezza di humus. Questa sostanza fornisce alimento alle piante in forma d'acido carbonico per mezzo delle radici: disciolto nell'acqua, l'humus reca danno; una piccolissima quantità di esso rende l'acqua di un color giallo o bruno, nel quale stato il concime cessa di essere benefico alle piante coltivate, perchè questa materia colorante indica una deficienza di ossigeno per compiere la conversione dell'humus in acido carbonico. In un suolo impregnato di questa materia in soluzione, le radici delle piante sono private di ossigeno, senza del quale non possono esistere. Per una ragione simile, l'acqua stagnante di un suolo paludoso esclude l'aria; ma se la palude viene interamente prosciugata, tanto da lasciar passare l'aria liberamente, vi succede un bello e fertile prato.

La porzione inorganica dei terreni è composta di due parti: la porzione *salina solubile*, dalla quale la pianta ottiene quasi tutti gl'ingredienti salini contenuti nella sua cenere; e la porzione *insolubile terrosa*, che forma il grande volume di molti terreni, essendo raramente meno di 42 chilogr. su 45 dell'intero peso.

Questi costituenti terrosi consistono di tre ingredienti principali: — 1.^o *Silice*, in forma di *sabbia*; 2.^o *Allumina*, mista o combinata con sabbia in forma di *argilla*; e 3.^o la *calce*, in forma di carbonato, pietra calcare, ecc. I terreni sono denominati secondo le proporzioni in cui questi tre in-

gredienti sono mescolati assieme. Secondo Johnston, da 500 centigrammi di suolo asciutto ordinario, che contenga solo 50 centigrammi di argilla, si avrà un *terreno sabbioso*; se ne contiene da 50 a 200 di argilla, sarà una *terra grassa e sabbiosa*; da 200 a 350, si avrà un *terreno ingrassato*; da 350 a 425, un' *argilla grassa*; da 425 a 475, un' *argilla forte*, acconcia per far mattoni e tegole; se non contiene sabbia, sarà argilla puramente per la coltivazione. Riguardo all'allumina, accade di rado che i terreni coltivabili contengano più di 30 a 35 per cento di questa sostanza. Se un suolo contiene più del 5 per cento di carbonato di calce, vien chiamato *marna*; se più di 20 per cento *terreno calcare*. L'ossido di ferro forma il 2 o 3 per cento, dei terreni sabbiosi, e nei terreni rossi è in molto maggior copia.

La sabbia, la calce, la creta, l'ossido di ferro e le materie organiche mescolate in varie proporzioni, danno origine ai terreni di varii colori. Nei distretti ove vi è gesso, il suolo è bianco; nei terreni ove vi è lignite o carbon fossile, la terra è nera; nella parte centrale d'Inghilterra prevale il terreno rosso; negli altri distretti, il carattere dominante del terreno deriva dalle argille gialle, bianche e brune.

Il sottosuolo è di carattere variabile: in alcuni luoghi è composto di sabbia porosa o ghiaia; in altri, di una terra grassa leggera; in un terzo di terra compatta. Smovendo il terreno, giungiamo alla roccia solida, come la pietra calcare, la pietra silicea. Le rocce di tutte le sorte, col loro disaggregamento, forniscono alla pietra silicea, altre pietra calcare, altre le argille di differenti gradi di durezza, o un miscuglio di due o più di queste in proporzioni differenti. Per via dell'azione dei venti, della pioggia, del ghiaccio, le rocce si sono andate disaggregando alla superficie, i

semi vennero depositati per mezzo degl'ingegnosi congegni diggià menzionati, ed un terreno si è in breve raccolto, che ritiene necessariamente del carattere chimico della roccia sulla quale riposava. Quindi nella roccia silicea il terreno è sabbioso, nella calcare è più o meno calcare; e se la roccia fosse una mistura di queste, una mistura eguale sarebbe osservata nel suolo formato dai suoi frantumi. La geologia ha fornito l'importante osservazione che, se il suolo è cattivo sopra due rocce contigue, esso è per lo più di qualità migliore sul luogo ove le due rocce s'incontrano.

Le rocce stratificate coprono in gran parte la terra, e formano la massa principale dei varii terreni; queste rocce sono spesso spostate da strati più antichi o da masse non stratificate; ma anche le rocce non stratificate — i graniti e i trappi — contengono tracce di molte fra le materie inorganiche, che si incontrano nella cenere delle piante.

Questa porzione salina solubile dei terreni è composta per lo più di *sal comune* (cloruro di sodio), *gesso* (solfato di calce), *sale di Glauber* (solfato di soda), *sale di Epsom* (solfato di magnesia), con tracce dei *cloruri di calcio*, di *magnesio*, di *potassio*, dei *nitrati di potassa*, di *soda* e *calce*; queste sostanze si trovano anche in combinazione coll'acido *humico* ed altri acidi inorganici.

Si comprenderà, naturalmente, che queste sostanze non si rinvencono in ogni terreno. Un terreno può contenere soda, ed essere sprovvisto di sali di calce; un altro può essere ricco di fosfati, ed essere sprovvisto di magnesia; e così avanti. Ora, il suolo sarà favorevole ad una pianta e sfavorevole ad un'altra, secondo che l'uno o l'altro degli ingredienti suddetti sarà abbondante o mancante: quindi le piante saline, che richiedono molto sale, cercano la spiaggia

del mare, ma si trovano anche vicino alle miniere di sale di Germania, parecchie centinaia di miglia lontane dal mare: i loro semi sono stati portati dai venti e dagli uccelli, e sparsi sopra tutta quanta la superficie, tra il mare e le miniere di sale; ma questi semi germogliano soltanto in quei luoghi, ove trovano le condizioni essenziali alla esistenza della pianta. Parimente il *chenopodium* cresce sul letamaio, ove trova l'ammoniaca e i nitrati necessari alla sua esistenza, ed è attirato colà nel modo stesso che certe mosche sono attratte dagli escrementi animali. Parimente le piante adatte al cibo dell'uomo lo seguono, come gli animali domestici, perchè le prime trovano nutrimento, e i secondi trovano cibo e protezione. Le piante cereali non possono crescere rigogliose, senza una grande quantità di fosfato di magnesia ed ammoniaca, i quali corpi abbondano nei terreni ove l'uomo e gli animali vivono assieme.

Quantunque il sale comune abbondi solamente nelle vicinanze del mare, o delle saline, o letti di sale, pure esso è distribuito in piccole quantità, per via di processi naturali, sopra grandi tratti di contrada. Dopo le burrasche marine, le foglie delle piante nella direzione del vento divengono coperte di sale, alla distanza di venti o trenta miglia dentro terra. E, anche in tempo tranquillo, l'aria che sovrasta il mare contiene sempre una piccola porzione di questa sostanza, che deve essere trasportata via da ogni brezza, e depositata sul suolo col cader della pioggia. Ma l'acqua marina contiene anche i cloruri di potassio e di magnesio, e i solfati di soda e di calce, i quali tutti debbono essere trasportati dai venti sulla terra nel vapore, che si solleva dalle migliaia di tonnellate di acqua marina che stanno svaporando continuamente nell'atmosfera; e in tal modo forniscono le piante di quei sali, che il terreno altrimenti non potrebbe provvedere loro.

Gl'ingredienti salini dell'acqua marina, che si sollevano così per via dello svaporamento, sono eccessivamente piccoli, e si potrebbero credere troppo insignificanti per fornire alle piante il loro nutrimento alcalino; ma quando noi consideriamo che soli sei centigrammi di materia salina in ogni 453 grammi di un terreno, che abbia la profondità di 30 centimetri, sono eguali a chilog. 226,75 in ogni 40 are, noi abbiamo una quantità di materia salina molto più grande di quella che si prende dal suolo in dieci rotazioni (quaranta anni), supponendo che il frumento e l'orzo soli siano venduti, e che la paglia e i raccolti verdi siano resi al suolo in forma di letame. (*Johnston*).

Così pure, come osserva Liebig, l'atmosfera contiene solamente una millesima parte del suo peso di acido carbonico; e però, per quanto piccola sembri questa proporzione, è sufficientissima a fornire tutta la presente generazione di esseri viventi di carbonio per migliaia d'anni, anche se esso non dovesse essere più rinnovato. L'acqua del mare contiene $\frac{1}{12400}$ del suo peso di carbonato di calce; e questa quantità, appena apprezzabile in mezzo chilogrammo, è la sorgente dalla quale miriadi di molluschi e di polipi coralligeni estraggono i materiali delle loro abitazioni. L'acqua marina tiene meno della millesima parte del suo peso di iodo, che è preso dalle piante marine, nello stesso modo che le piante terrestri prendono gli alcali. Le piante marine abbisognano di ioduri metallici per prosperare, e le piante terrestri vogliono alcali e terre alcaline.

Da ciò si sarà veduto che lo svaporamento dell'acqua del mare dà la ragione della presenza di parecchie sostanze saline nel terreno. Altre di queste sostanze sono venute dalla scomposizione delle rocce, molte delle quali, come il feldspato, il basalto, il porfido, e le numerose pietre calcaree, consistono di composti di silice con allumina, con calce, potassa, soda, ferro e protossido di manganese.

I mezzi coi quali le rocce si vanno disaggregando sono in parte meccanici, in parte chimici. L'acqua, gelandosi dentro i pori e le fessure dei minerali, agisce come farebbero innumerevoli coni, separando le particelle che cadono isolate al primo disgelo. Coloro che hanno visitato i ghiacciaj della Svizzera sono meravigliati delle rovine minerali sparse per ogni dove, ed hanno una prova sicura della enorme forza meccanica dell'acqua gelata; ma il ghiacciaio, oltre la sua forza simile a quella dei coni, ha pure un'azione stritolatrice; durante il loro lento, ma costante movimento, le masse delle rocce, che sono state così separate dai lati del ghiacciaio, e formano le morene laterali tra il ghiaccio che s'inoltra e le rocce che lo limitano, sono stritolate e ridotte in polvere; e questa polvere, mescolandosi agli innumerevoli ruscelli formati dal calore del sole, rende torbida la corrente del ghiacciaio, la quale forma la sorgente di qualcuno dei fiumi più importanti dell'Europa. Questo deposito fluviale è notevolissimo, e in molti casi forma un terreno coltivabile di gran valore.

« Ogni volta che ho veduto i letti di fango, di sabbia, accumulati fino allo spessore di parecchie centinaia di metri, mi sentii tratto a credere che, agenti quali sono, i presenti fiumi non avrebbero mai potuto tirar giù tali masse. Ma, d'altra parte, quando ascolto il mormorio di queste correnti, e ripenso che intere razze di animali sono scomparse dalla superficie del globo, durante il periodo in cui, giorno e notte, queste pietre sono andate mormorando lungo il loro corso, esclamo tra me: Quale montagna, quale continente può resistere ad una simile distruzione? » — *Darwin*.

I mezzi chimici, adottati dalla natura pel disaggregamento delle rocce, non possono essere convalidati da due o tre esempi. Quei minerali, i quali contengono solfuri metallici, per via del graduato assorbimento dell'ossigeno, si con-

vertono in solfati, i quali non solo sono solubili nell'acqua, ma assorbono umidità dall'aria, e in tal modo si stritolano, e cadono. Nel disaggregamento dei minerali silicei, il processo è egualmente semplice, ma richiede un po' più di spiegazione. La silice, una varietà purissima della quale si incontra nel *quarzo*, è insolubile, sia nell'acqua calda, sia nella fredda; si unisce cogli alcali, e forma composti salini, detti *silicati*; i silicati di potassa, di soda e di calce sono composti neutri; e siccome questa proprietà di neutralizzare gli ossidi metallici e gli alcali appartiene solo agli acidi, così la silice ha ottenuto il nome di *acido silicico*. Quest'acido, come si può ben supporre, è debolissimo, tanto che i silicati solubili possono essere scomposti dall'acido carbonico. Il *Feldspato*, uno degli ingredienti del granito ¹, può essere riguardato come un silicato di allumina con silicato di potassa; l'ultimo dei quali, essendo gradatamente rimosso dall'acqua, forma il celebre *kaolino*, o terra da porcellana. L'acqua contenente acido carbonico anch'essa fa una impressione sensibile sul quarzo. In un esperimento citato da Liebig, un po' di sabbia bianca fu del tutto ripulita, facendola bollire nell'acido nitro-muriatico, e dopo aver tolto interamente l'acido, lavando la sabbia coll'acqua: la sabbia, così purificata, fu esposta all'azione di acqua saturata di acido carbonico. Dopo lo spazio di trenta giorni, quest'acqua fu analizzata, e si trovò che conteneva in soluzione: silice, carbonato di potassa, calce e magnesia; dimostrando così che i silicati, contenuti nella sabbia, non potevano resistere alla continua azione dell'acqua conte-

¹ I due altri ingredienti del granito sono il *quarzo* e la *mica*. Secondo Liebig, soli 28 decimetri cubi di feldspato sono sufficienti a fornire di potassa per cinque anni una intera foresta di quercie, che copra una superficie di 24,964,840 centimetri quadrati.

nente acido carbonico, quantunque i medesimi silicati avessero resistito alla corta azione dell'acqua ragia. Così pure in natura, il feldspato, e tutti i minerali e le rocce, che contengono silicati di basi alcaline, non possono resistere alla continua azione dissolvante dell'acido carbonico disciolto nell'acqua; e in questo modo, sia in forma di silicati solubili, o di un idrato di silice, questo importante ingrediente è da alcune piante preso su dalle radici. Tutte le piante erbacee abbisognano di silicato di potassa: se ne estrae una notevole quantità da ogni prato in forma di fieno; il che ognuno che esamini le ceneri disciolte di un mucchio di fieno, stato consumato dal fuoco, potrà benissimo osservare.

VII.

DEI CONCIMI.

I semi delle fave, dei piselli, del crescione, ecc. germogliano, e anche crescono, fino a un certo punto, nella sabbia umida o nel crine di cavallo inumidito. In tal caso, la sola sostanza minerale è contenuta nel seme, e quando è esaurita, la pianta muore; la pianta può fiorire, ma non può mai portar seme, perchè alcuni ingredienti principali del seme sono mancanti.

Varie piante furon fatte crescere nella sabbia, purificata come si è detto precedentemente. L'orzo e l'avena, cresciuti in tal modo, ed inumiditi con acqua pura, giunsero all'altezza di 45 centimetri, fiorirono, ma non diedero seme,

e morirono poco dopo. Giunse la vecchia all'altezza di 25 centimetri, fiorì, mise i bacelli, ma questi non contenevano seme. Il tabacco giunse solo fino a 125 millim. di lunghezza in quattro mesi; la pianta non ebbe mai più di quattro foglie senza stelo.

L'analisi delle ceneri di queste piante dimostrò che la sabbia sterile aveva dato una certa piccola quantità di potassa e di costituenti solubili, dai quali dipendeva la prosperità delle foglie e degli steli; si rinvenne anche acido fosforico, ma la sua quantità dimostrò che esso era derivato dai semi seminati. Con un variare istruttivo di questi esperimenti, un suolo artificiale fu preparato della stessa sabbia con sali fatti nel laboratorio. In questo terreno furono seminati semi delle medesime piante, le quali fiorirono rigogliose. Il tabacco giunse a 90 centimetri di altezza, mise molte foglie, fiorì, e maturò il seme. Così pure l'orzo, la avena, il grano saraceno e la cedrangola crebbero rigogliosi, fiorirono, e diedero semi maturi e perfetti ¹.

Il crescere rigoglioso di queste piante dipendeva, certamente, dall'aggiunta dei sali fatta in quella sterile sabbia. Nello stesso modo, qualunque altra pianta si sarebbe potuta far crescere in un simile suolo artificiale, purchè quelle sostanze saline e minerali fossero state aggiunte ad esse, le quali si erano riconosciute, per via dell'analisi, esistenti nello stelo, nelle foglie, e nei semi della pianta matura. Le ceneri di quelle stesse piante, sebbene cresciute in terreni differenti, si rassomigliano moltissimo fra loro nella composizione chimica. La silice e la potassa sono sempre presenti nella paglia delle graminacee; e nei loro semi vi è sempre fosfato di potassa e fosfato di magnesia. Nella paglia dei piselli e della cedrangola s'incontra una grande quantità di calce.

¹ Viegmann and Polstorff's Prize Essay, citato da Liebig.

Liebig classifica le piante coltivate secondo la solubilità delle loro ceneri, cioè in — 1. *Piante potassiche*, le ceneri delle quali contengono più della metà del loro peso di sali con base alcalina (potassa e soda), solubili nell'acqua fredda; 2. *Piante calciche*, di cui gl'ingredienti sono sali di calce e di magnesia, solubili negli acidi; 3. *Piante silicee*, nelle quali predomina la silice, e questa è insolubile negli acidi. — Le piante potassiche comprendono i chenopodii, l'assenzio, ecc., e tra le piante coltivate, la bietola, i navoni e il mais. Le piante calciche comprendono i licheni (i quali contengono assalati di calce), i cactus (che contengono tartrato di calce cristallizzato), la cedrangola, le fave, i piselli e il tabacco. Le piante silicee comprendono il frumento, la segale e l'orzo. Nelle nostre piante coltivate, la soda pare in certi casi essere sostituita dalla potassa, ma non sembra che la calce possa prender il posto degli alcali di queste piante.

L'arte di concimare la terra riposa principalmente su due considerazioni: primo, una cognizione dei costituenti inorganici del raccolto che si vuol ottenere; e in secondo luogo, una cognizione dei costituenti del terreno, o, per meglio dire, sapere se il terreno può fornire la messe che si desidera di nutrimento minerale in copia sufficiente onde possa giungere ad una piena maturità. Per esempio, preparando il suolo per le patate, l'agricoltore deve sapere che tanto la calce, quanto la potassa sono necessarie; perchè la patata appartiene alla classe delle piante calciche per quello che riguarda le sue foglie, ed a quella delle piante potassiche riguardo ai suoi tuberi. Così pure, facendo nascere la barbabietola, ci vuole fosfato di magnesia e pochissima calce; ma invece i navoni richiedono molto fosfato di calce, e poca quantità di magnesia.

È già stato dimostrato come un terreno può essere reso

del tutto sterile anche di erbe cattive, facendo ogni anno un raccolto, senza rendere al suolo nulla in forma di concime. Questo stato di sterilità può essere prodotto più presto da una pianta, che da un'altra. Se, per esempio, il suolo fosse povero di fosfati, ma ricco di silicati, il frumento lo esaurirebbe più presto che non l'avena o l'orzo, perchè il suolo toglierebbe in un anno dai semi e dalla paglia del frumento una maggior copia di fosfati, che non ne prenderebbero tre o quattro raccolti di orzo e di avena. Se il terreno mancasse di calce, l'orzo non fiorirebbe. Per quanto sia ricco il suolo di silicati, il seme non può essere formato senza fosfati; possiamo ottenere paglia eccellente per far cappellini, come fanno in Toscana, ma non otterremo che poco o punto pane.

Quando la provvista dei fosfati è limitata in un terreno, mentre abbondano i silicati alcalini, l'esaurimento dei fosfati può essere arrestato con un sistema assennato di rotazione nei raccolti; per esempio, alternando col frumento quelle piante che sono tagliate per solito prima di produrre seme, o piante che richiedono poca quantità di fosfati. Se i piselli e le fave fossero coltivati su quel terreno, esse lascierebbero nel suolo, dopo fatto il raccolto, una quantità di silice, atta a nutrire una messe successiva di frumento; ma esse toglierebbero dal suolo i fosfati, tanto quanto farebbe il frumento. Quindi l'esaurimento dei fosfati può essere arrestato, adottando una rotazione, nella quale le patate o la cedrangola alternerebbero il raccolto del frumento, essendo le prime piante ricche di zucchero, di amido, ecc., ma povere di fosfati.

La gran copia di fosfati, che è tolta via dal suolo dalle nostre messi e dai pascoli degli animali, è resa per la maggior parte al terreno in forma di concime composto di ossa, del quale soli 453 grammi di peso contengono tanto

acido fosforico, quanto 50 chilogrammi di frumento. In tal modo, mentre i nostri agricoltori pagano all'estero grandi somme di denaro per un tal concime, le nostre disposizioni domestiche sono tante imperfette, che noi sciupiamo ogni anno migliaia di fosfati in forma di orina e di escrementi solidi, che sono lasciati andare nel mare per la via dei fiumi.

Un campo, preparato per bene alla coltivazione, deve contenere in quantità sufficiente, ed in forma adatta per l'assimilazione, tutti i minerali inorganici richiesti dalle piante. Esso deve anche contenere una certa quantità di sali ammoniacali e di materie vegetali corrotte. In un campo di tal fatta, il sistema di rotazione è che una pianta potassica (navoni o patate) è succeduta da una pianta silicica, e questa è seguita da una pianta calcica (piselli o cedranzola). La pianta potassica richiede alcali, o soltanto una piccola quantità di fosfati; le piante siliciche abbisognano, oltre alla silice solubile lasciata dalle piante potassiche, di una notevole quantità di fosfati; e le piante calciche possono toglier via tanto dei fosfati, che non ne rimanga più che per far crescere un raccolto di avena o di segale. Quindi il terreno può bastare per due successivi raccolti di una pianta potassica o calcica, e per tre o quattro raccolti di piante siliciche; dopo i quali, le sostanze minerali rimosse dal campo in forma di frutto, di erbe o di paglia, devono essergli restituite in forma di concime, altrimenti la terra perderà la sua fertilità.

I migliori concimi si trovano negli escrementi degli animali. Un uomo o un animale consuma giornalmente col cibo una quantità di carbonio, d'idrogeno, di ossigeno, di azoto, di solfo, come pure una notevole quantità di ingredienti minerali, identici a quelli che abbiamo considerato nelle ceneri delle piante. In un uomo adulto, il cibo consumato

sale nel corso di un anno ad un peso molto maggiore di quello del suo corpo; inoltre egli abbisogna di un nutrimento tratto dall'aria, senza il quale non può esistere. Nel processo della respirazione, una certa quantità di ossigeno si combina col sangue, ascendendo ad ogni respirazione a circa 35 centimetri cubi, e in ventiquattro ore da 9 a 11 chilogrammi. Ma, quantunque noi prendiamo pei nostri corpi molti chilogrammi di cibo e di ossigeno, il peso del nostro corpo continua ad essere presso a poco stazionario; noi non prendiamo col nostro cibo una quantità di alcali e di fosfati, e però la somma di queste sostanze nel corpo non aumenta.

Ora, l'ossigeno e il cibo entrati in tal modo nel corpo esercitano una mutua azione l'uno sull'altro; si va mantenendo una specie di lenta combustione, i risultamenti della quale sono i medesimi di quelli della combustione del carbonio e dell'idrogeno per mezzo del fuoco: l'ossigeno e il carbonio si uniscono, e formano l'acido carbonico, e l'ossigeno e l'idrogeno si uniscono per formare acqua. Così il carbonio e l'idrogeno del cibo sono espulsi dai polmoni e dai pori della pelle, in forma d'acido carbonico e vapor d'acqua; l'azoto nel cibo si raccoglie nella vescica urinaria in forma di *urea*, che, unendosi cogli elementi dell'acqua, forma carbonato di ammoniaca.

I costituenti minerali solubili del cibo sono parimente contenuti nell'urina, mentre gl'ingredienti insolubili sono contenuti nelle materie fecali. In tal modo, tutti i costituenti del cibo sono espulsi nell'uomo adulto; nell'animale che cresce e nel processo dell'impinguamento, dove segue un aumento di peso, una parte dei costituenti rimane nel corpo; nella vecchiaia, il peso del corpo diminuisce, per cui maggior copia di materia lascia il corpo che non sia quella che vi entra. Con questi meravigliosi processi chimici si mantiene la vita, e si produce il calore animale.

Se noi facciamo la storia di un raccolto preso da un campo, troveremo che una parte è adoperata nel nutrire ed ingrassare animali, vale a dire che una parte della messe è trasformata in bue, in montone, che sono consumati dall'uomo. Un'altra parte della medesima messe può essere consumata in forma di patate, di farina e di vegetabili; mentre una terza parte, composta dagli avanzi delle piante, può essere adoperata per strame, ecc. I costituenti del campo, tramutati così in forma di animali, di frumento e di frutta, possono evidentemente essere ottenuti di nuovo dagli escrementi solidi e liquidi dell'uomo, dalle ossa e dal sangue degli animali ammazzati, e dallo strame del letamaio. Tocca all'agricoltore mantenere la sua terra in buono stato di fertilità, col raccogliere accuratamente queste sostanze. Si può calcolare la quantità degli ingredienti del suolo, che sono presi da una pecora, da un bue, o dal latte di una vacca; come pure la somma degli ingredienti presi dal suolo di una misura di orzo, di frumento, o di patate. Dalla composizione conosciuta degli escrementi dell'uomo si può calcolare quale quantità di essi è necessaria per fornire un campo e compensarlo della perdita che ha sopportato dalla messe.

In ogni sistema di concimazione, non è il nome del concime, ma la sua chimica composizione, che costituisce la sua importanza agricola. In conseguenza, non è importante per nulla se l'ammoniaca si ottiene come orina, o dal liquido ammoniacale delle officine del gas; o se il fosfato di calce sia in forma di ossa, o del minerale apatite. Il principale oggetto del concime è di restituire alla terra quelle sostanze che gli animali e i raccolti le hanno tolto, e che non possono esserle fornite dall'atmosfera.

Si vedrà da ciò che i concimi possono essere presi dai tre regni della natura. Il concime vegetale alleggerisce il

terreno aprendone i pori, lasciando passare l'aria, la quale riduce il nutrimento organico e le materie saline e terrose allo stato acconcio onde le radici possano assorbirle. Ma sono pure importanti la quantità e il genere di concime vegetale, onde non sopraccaricare il terreno. Per esempio, 500 chilogrammi di segatura di silice fermentata e aggiunta al terreno, impartono solo 2 chilogrammi di materia salina e terrosa, mentre la medesima quantità di foglie secche di salice renderà 37 chilogrammi di nutrimento inorganico. Il *concime verde*, come si suol chiamare, ossia il segare un raccolto, come la segale, il grano saraceno, ecc., e sotterrarlo nel terreno mentre è ancora verde, è in pratica utilissimo; i succhi della pianta cominciano in breve a fermentare, e la materia vegetale è in tal modo egualmente diffusa nel terreno, e con questa composizione naturale della materia vegetale si producono l'ammoniaca e l'acido nitrico, necessari per il susseguente raccolto. Se l'agricoltore raccogliesse l'erbe cattive dei suoi campi e delle siepi in mucchi, avrebbe sempre una provvista di eccellente concime ¹. Le alghe marine sono un buonissimo concime verde; esse si scompongono agevolmente, producono nutrimento organico e materie saline di grande valore.

Il concime vegetale secco, come la *paglia*, deve essere misto ad orina ed escrementi delle bestie bovine, per modo che colla fermentazione le sue particelle possano essere

¹ Siccome l'azione principale degli escrementi dagli animali dipende dalla loro quantità di sostanze minerali, ne segue che noi dobbiamo concimare colle sostanze minerali, delle piante selvatiche, vale a dire colle loro ceneri; perchè queste piante sono governate dalle stesse leggi pel nutrimento e l'accrescimento, come le piante coltivate. Quindi, con un uso acconcio delle ceneri di queste piante selvatiche, noi possiamo restituire ai nostri campi i costituenti rimossi dai raccolti delle piante coltivate. *Liebig*.

portate in quello stato di minuta suddivisione, che solo può servire come nutrimento alle piante. La *segatura*, satura col liquido ammoniacale delle officine del gas, o con concime liquido, è buona per far crescere i navoni. La *segatura* può essere modificata, facendola bruciare, o mescolandola colla calce. La *crusca* e gli steli del frumento, inumiditi con orina e lasciati fermentare un certo tempo, sono un buonissimo concime. Sono pure utili i *materiali* di cui si fa la *birra*, misti col concime del letamaio, e i *germogli secchi* dell'orzo, che si formano nel processo per far la birra. I semi delle piante arricchiscono molto più il terreno che non la sostanza delle loro foglie e degli steli; quindi, certi semi, dopo che ne è stato estratto l'olio, sono buoni pel terreno, specialmente quando sono adoperati con altro concime. La *polvere di carbone* assorbe vapori nocivi dall'aria e dal suolo, assorbe pure l'ossigeno ed altri gas; perciò forma un eccellente miscuglio col concime liquido, col concime del letamaio, con liquido ammoniacale, ed altri concimi forti. I semi seminati nel carbone inumidito germogliano con notevole rapidità ed immancabilmente.

La *fuliggine* contiene da 18 a 48 per cento di materie minerali, che consistono delle sostanze terrose del carbone, e del gesso e del solfato di magnesia derivati dalla calce del camino, e del solfo di carbone. Essa contiene pure da 1 a 5 per cento di ammoniaca, principalmente di solfato. In conseguenza, è concime di molto valore. Deve però adoperarsi con precauzione, perchè, quando si applica sull'erba in primavera, si dice che dà un sapore amaro al pascolo, il qual sapore si comunica anche al latte. La *polvere di carbone*, o quel carbone che è troppo minuto per essere buono da bruciare, si adopera nel terreno che si ara, e come ottimo rimedio dei vecchi pascoli. Il *catrame carbonizzato* si può adoperare in forma di composto, o applicato sulla

paglia del frumento per mezzo del carro ad acqua, e si lascia due o tre mesi prima di sotterrarlo. La *terra carbonizzata* contiene una buona provvista di materia organica, acconcia a migliorare i terreni. Asciugando l'acqua stagnante e malsana, e mettendovi calce e argilla, le paludi si possono convertire in terre rigogliose e ricche di grano. Gli *avanzi delle concerie* possono venire adoperati, quando si possano ottenere facilmente ed a buon prezzo: osservazione che si applica a qualunque sorta di concime.

I concimi vegetali hanno valore, secondo la relativa quantità e specie di materia inorganica in essi contenuta, ed anche per le loro relative proporzioni di azoto. L'effetto immediato di questa sorta di concime dipende dal loro azoto; il loro effetto più permanente riposa sulla quantità e qualità della materia inorganica.

I concimi animali, che contengono molta acqua, come la carne e il sangue, si putrefanno rapidamente, e agiscono immediatamente sulla vegetazione; ma la loro azione è temporanea. Il concime animale secco, come le ossa, si scompone più lentamente, ma l'effetto benefico dura per diverse stagioni. Si adopera raramente la *carne* per concimare, tranne nel caso di cavalli o buoi morti di malattia. Il *pesce*, in alcune località, è adoperato moltissimo come concime: per esempio, gli avanzi delle pesche di aringhe, di scombri, quando queste pesche sono molto abbondanti. Deve essere mescolato ad una gran quantità di terre. I *nicchi* delle conchiglie sono utilissimi per concimare la terra, specialmente se sono stritolati. Il *sangue* forma un composto eccellente colle ceneri della terra carbonizzata e col carbone polverizzato.

Il *carbone animale* è il sangue preso dalle raffinerie di zucchero, nelle quali si adopera acqua di calce e carbone d'ossa per raffinare lo zucchero. Esso contiene circa 20

per cento di sangue, ed è tanto stimato in Francia, che i raffinatori di zucchero lo vendono più caro di quello che è loro costato prima il sangue solo e il carbone animale. Ciò ha fatto sì, che si è ricorso ad una falsificazione, la quale è molto meno efficace dell'originale. I ritagli *delle pelli* delle concerie si fanno prima bollire da quelli che fanno la colla, e l'avanzo insolubile si vende per concime. Le *corna*, le *corna stritolate*, gli *avanzi delle unghie dei cavalli*, i *peli* e la *lana* sono tutti pregevoli e permanenti concimi. Il sangue e la carne contengono da 80 a 90 per cento del loro peso di acqua; ma una tonnellata diavanzi di corna, di peli o di stracci di lana asciutti vale quanto dieci tonnellate di sangue; ma siccome questi oggetti si scompongono più lentamente, così *sembrano* aver minore effetto del sangue. Le *ossa* formano un eccellente concime; 4535 chil. di polvere d'ossa recano al suolo tanta materia organica, quanto 15 chil. di corna, quanto 136 di sangue, o quanto 171 di carne; essi vi aggiungono inoltre due terzi del loro peso di materia inorganica, consistenti in calce, magnesia, soda, sale comune e acido solforico, materie tutte che devono esistere in un terreno fertile. Acciocchè le ossa possano servire il più prontamente possibile di nutrimento alle piante, debbono essere polverizzate e mescolate con acido solforico diluito, che le discioglie completamente in due o tre giorni. La soluzione o pasta si può asciugare con polvere di carbone, terra carbonizzata asciutta, segatura, o fino terreno vegetale, ed applicata secca ai navoni, o diluita con cinquanta volte il suo volume d'acqua, e versata col carro ad acqua.

Ma si è dagli escrementi solidi e liquidi degli animali che si ottiene il miglior concime, specialmente per quelle piante che forniscono cibo agli animali. Gli escrementi dei maiali nutriti di piselli e di patate sono il concime più

acconcio per far prosperare i piselli e le patate. Nutrendo una vacca di fieno e di navoni, noi raccogliamo un concime che contiene tutti i costituenti minerali del fieno e dei navoni. Gli escrementi dei piccioni contengono tutti gli ingredienti minerali dei cereali; quelli dei conigli i costituenti dei vegetali di cui si ciba l'uomo; gli escrementi dell'uomo contengono in gran copia le sostanze minerali di ogni sorta di semi.

453 chilogrammi di orina contengono 30 chilogrammi di materia secca fertilizzante, della migliore qualità; ogni uomo adulto produce circa 453 chilogrammi di orina in un anno, che è uguale al valore di circa 7 franchi e mezzo a testa. Si dice che l'orina di due uomini contenga nutrimento minerale sufficiente per 40 are di terreno, e, mescolata con ceneri, produca una buona raccolta di navoni. In Fiandra, ove si adopera molto concime, il totale degli escrementi di un uomo in un anno è valutato a 30 franchi. Nel Belgio valgono anche più. « A Bruges, dice il signor Cardwich, trovai che il prodotto delle fogne è considerato come oggetto di valore. Mi fu detto che si prendeva una serva collo stipendio di 75 franchi all'anno, dandole per giunta il prodotto della fogna ». Cento parti di grano cresciuto sopra un terreno concimato col letame delle vacche (che contiene soltanto poca quantità di azoto) producono solamente 11.95 parti di glutine, e 62.34 parti di amilina o amido; mentre la medesima quantità, cresciuta sopra un terreno ingrassato con orina di uomo, produce maggior quantità di glutine; cioè 35.1 per cento, quasi tre volte quella quantità. L'orina umana ha, come concime, un valore più grande di quella della vacca, del cavallo, o della pecora. I suoi sali contengono più dell'8 per cento di fosfati, che mancano interamente all'orina degli altri animali, eccetto quella del maiale, che contiene acido fosforico.

Il concime liquido di un podere dev' essere raccolto in fosse bene coperte, intonacate di argilla, per impedire al liquido di uscire. Ogni fossa dovrebbe essere divisa da un muro in due scompartimenti, ognuno dei quali possa contenere la provvista di due o tre mesi. Quando il primo è pieno, si dirige il corso del liquido nel secondo, e, mentre questo si va riempiendo, il primo è divenuto adatto per concimare la terra: esso deve applicarsi sempre in istato di fermentazione. La orina fresca del bestiame ecc. deve essere mescolata con altrettanta acqua, per impedire la perdita dell'ammoniaca, come pure si impediscono gli effetti caustici della orina nel terreno. Può aggiungersi anche acido solforico per fissare l'ammoniaca.

Il gesso bruciato e mescolato con orina forma un concime detto *urato* in commercio; ma è molto meglio fissare l'ammoniaca per mezzo dell'acido solforico, ed evaporare interamente il resto fino che sia secco. La polvere secca, che si ottiene in tal modo, si vende come concime col nome di *orina solfata*. Essa contiene tutte le sostanze saline dell'orina liquida, ed è un concime di molto pregio.

I prodotti delle fogne differiscono nel loro valore secondo il cibo degli animali che le producono: esse sono ricche in proporzione della quantità di cibo animale consumato. Si formano in varii composti, mescolando: il col gesso, col carbone, colla segatura, col terreno vegetale, ecc. In Francia si fanno seccare all'aria, e poi nelle stufe, e si smerciano col nome di *poudrette*. Si dice che hanno l'effetto di trenta volte lo stesso volume di concime di cavallo, o delle spazzature. È solo da un anno o due che si è tentato di raccogliere e applicare ad un utile scopo le enormi quantità di buon concime liquido, che si scaricava nel Tamigi dalle nostre comuni chiaviche. I rapporti posti sotto gli occhi della Commissione sanitaria della città e di un Comitato scelto dalla Camera dei Comuni,

previo l'accordo di un Atto della Compagnia del Concime animale, ci forniscono molte curiose ed utili informazioni. Quindi, dal rapporto del professore Miller, del King's College, sembra che la chiavica chiamata King's Scholar's Pond scarica, secondo il calcolo fatto, circa 135 litri di liquido per secondo, o circa 9 milioni di litri giornalmente. In questo continuo corso di liquido si perde circa 1016 chilogrammi di potassa, e quasi la medesima quantità dei fosfati terrosi: vale a dire, circa 1016 chilogrammi di acido fosforico, in comb'nazione colla calce e colla magnesia, sono versati ogni giorno inutilmente da questa chiavica. A questa enorme perdita si deve aggiungere da 1000 a 2000 chil. di ammoniaca.

Il valore in danaro dei sali così perduti è notevolissimo. Il sale ammoniaco vale almeno 24 franchi ogni 50 chilogrammi. Ora 1000 chil. di ammoniaca sono uguali a 3000 chilogrammi di qualunque sale di ammoniaca, il che darebbe una perdita giornaliera di 1200 franchi, soltanto in ammoniaca, da una sola chiavica. « Nello stesso modo — dice il professore Miller — circa 1000 chil. di fosfati terrosi, o polvere di ossa, il cui valore commerciale non è minore di 75 franchi ogni 1000 chil., vanno perduti; si dica lo stesso per la potassa: e avremo una somma di 1350 franchi in danaro corrente, perduta ogni giorno. La quantità di materia solida in sospensione — mettiamo che ascenda anche al doppio della quantità che ho trovato (trovai circa 25 grammi per ogni 4 litri, dunque 50 grammi), — produrrebbe ogni giorno approssimativamente 16000 litri (naturalmente accordando che il calcolo della produzione di questa chiavica sia giusto): essa produrrebbe giornalmente 16000 litri di materia solida in sospensione, che a 15 franchi varrebbero solamente 200 franchi; cosicchè noi abbiamo pel concime liquido un eccesso di valore di 1150

franchi sopra il solido. La perdita giornaliera pel liquido è di franchi 1350; e la perdita totale sarebbe di 1600 franchi ».

Persone che si occupano di agricoltura sul continente si sono accorte da molti anni dei vantaggi evidenti del concime liquido. Fino dal 1829, quando il signor Harley pubblicò una relazione dei varii metodi di agricoltura e di produzione di latticini praticati dagli Olandesi, l'applicazione pratica e i vantaggi del concime liquido erano benissimo compresi da quel popolo intelligente ed industrioso. Il metodo adottato era il seguente: — Sul principio della primavera, una parte del podere, ed alcuni piccoli campi vicini alla stalla venivano seminati con orzo e semi d'erba, inafflati, per mezzo di una tromba da incendii, di orina di vacca diluita. Barili pieni di orina erano portati sul terreno sopra carretti con larghe ruote e tirati a mano, che scorrevano facilmente su quel terreno molle e grasso, che sarebbe stato rovinato dai carri e dai cavalli. Il contenuto dei barili si scacciava per mezzo di tubi, lunghi circa 2 metri e mezzo e forati da piccoli buchi. L'erba di quel campo, irrigata in tal modo, si segava cinque o sei volte all'anno; e sebbene non fosse molto alta, vi era però sempre molto prodotto in peso. Infatti, essa era così forte e spessa, che, se non fosse stata tagliata sovente, sarebbe marcita. Il primo taglio si faceva alla metà di aprile, e si continuava una volta al mese. L'erba si tagliava durante il giorno, quando il tempo era piovoso o umido; ma quando il tempo era bello, si tagliava la notte, e di buon'ora al mattino, e il campo veniva irrigato immediatamente dopo tagliato.

In questo caso, come in parecchi altri, le vacche, le pecore e i cavalli preferiscono l'erba irrigata col prodotto delle chiaviche a qualunque altra. In uno sperimento fatto dal Dott. Guy, nel quale l'erba di un parco era stata irrigata in parte col prodotto della chiavica, gli animali pre-

ferivano talmente quell'erba che, « mentre nelle altre parti del parco avevano lasciato crescere l'erba fuor misura, colà, ove l'erba era concimata in quel modo, non la lasciavano neppure crescere ».

Ci fa piacere poter dire che gli agricoltori inglesi cominciano ad apprezzare i concimi liquidi. Le prove dei loro vantaggi, fornite da parecchi uomini pratici hanno un particolare interesse. Così dice il signor Dickinson di Willesden: — Le sementi raccolte erano tanto rigogliose, che le portai come saggi alla mostra di agricoltura di Beverley; e i contadini del Yorkshire furono meravigliati oltre ogni credere alla relazione del raccolto. La loro obbiezione era questa: « Voi avete esaurito il terreno ». Io risposi loro: « Prevedevo che avreste detto questo, e perciò ho portato le piante di questi semi. Il numero dei semi era meraviglioso, per cui doveano esservi nella terra i resti della forza di quella orina adoperata prima per l'erba. — Il signor Chadvick racconta l'esperimento del signor Barber, Muirdroachwood. Questo signore aveva 1080 are innanzi alla sua casa, tanto poco fertili, che non davano erba che per due sole vacche. Nella stalla vicina vi erano quaranta vacche e quattro cavalli. Il letame delle vacche fu posto in una fossa e diluito abbondantemente con acqua, e con esso egli fece irrigare quel terreno. Cogli avanzi della sua casa e del lavatoio egli fece irrigare il resto del suo podere. Il prodotto fu così abbondante, che il medesimo terreno gli produsse nutrimento per tutte le vacche e pei cavalli: vale a dire, il prodotto fu accresciuto per modo, che quarantaquattro animali furono nutriti colà ove bastava appena per due. Il signor Smith di Deanston, dice: — « Il risultamento pratico di questa applicazione del liquido delle chiaviche è che quella terra che prima produceva da 60 a 150 franchi per ara, ora annualmente dà 750 a 1000 franchi; e che la terra

sabbiosa e povera delle spiagge marine, che poteva valere tre franchi e mezzo per 20 are, produce ora, affittandola, la rendita annua di 275 a 500 franchi. Il terreno, che è vicino alla città, produce maggior entrata, prima perchè, essendo più vicino, è più accessibile a tutti i luoghi ove si consuma l'erba; poi anche per la migliore qualità naturale della terra. Il calcolo del valore del terreno, prima dell'applicazione del concime liquido animale, può essere valutato a 75 franchi ogni 40 are, e la rendita annua della terra irrigata con quel processo giunge invece a 750 franchi, producendo così una differenza di 675 franchi; ma, siccome bisogna dedurre 50 franchi per la spesa dell'operazione, così rimarrebbero 625 franchi per ogni 40 are, di netta rendita annua dovuta al concime animale liquido ».

Il concime liquido è mirabilmente acconcio, in generale, per ogni prodotto di giardinaggio; e perciò, onde fornirlo illimitatamente ai numerosi orti situati a ponente di Londra, la Compagnia del Concime animale della metropoli ha fatto a Fulham certi lavori, ove, per mezzo di un grosso tubo principale, essi ricevono il concime liquido da una delle più grandi fogne di Londra. Da questo tubo principale si partono altri tubi più piccoli, che si diramano per gli orti, dai quali l'agricoltore può trarre una provvista sufficiente di concime liquido, preparato in modo acconcio, e nella migliore condizione per fornire nutrimento diretto alle piante.

Il concime dei varii animali differisce grandemente nella qualità. Alcune varietà, come quello della vacca e del maiale, son chiamate *fredde*, perchè non fermentano presto; il cavallo, assorbendo minor copia di cibo liquido e producendo meno orina, dà un letame più ricco. Gli escrementi di quasi tutti gli uccelli sono apprezzati per le loro proprietà fertilizzanti; posseggono essi le qualità del concime liquido e solido, poichè contengono ogni parte del nutri-

mento dell'uccello, e rendono alle piante quelle sostanze, di cui vivono, in copia maggiore che non facciano il concime liquido e solido degli altri animali. In questi ultimi anni, il Guano è divenuto famoso: esso è il letame degli uccelli marini, e contiene grandi quantità di ammoniaca e di fosfati, e molte delle sostanze di cui vivono le piante; esso però manca di potassa, e quindi per applicarlo è cosa utile mischiarvi cenere di legna. Il suo alto prezzo ha prodotto delle falsificazioni, ed anche la manifattura di un articolo chiamato egualmente *guano*, nel quale il professore Johnston non potè rinvenire una particella di questa sostanza: il gesso e l'ombrina sono le principali sostanze del guano adulterato.

Dai particolari testè dati si sarà veduto che il principale ufficio dei concimi vegetali e animali è di fornire alla pianta, nel suo crescere, il nutrimento ch'essa può assorbire: l'ammoniaca e l'acido carbonico, cogli ingredienti salini e minerali. Abbiamo veduto che non importa se le sostanze, che sono state tolte via dal terreno da un raccolto, vengano restituite ad esso in forma di escrementi, o di ceneri, o di ossa. « Un tempo verrà, dice Liebig, in cui le piante, che crescono in un campo, saranno provviste del loro concime acconcio, preparato nei laboratori chimici; in cui una pianta riceverà soltanto quelle sostanze di cui abbisogna per nutrirsi, nel modo stesso con cui ora alcuni grani di chinino sono dati al malato di febbre, invece di un'oncia della scorza peruviana, che prima egli doveva trangugiare per guarire ». Il punto principale da considerare si è, se la manifattura chimica possa fornire concimi minerali e salini — sali ammoniacali, sali di potassa, di soda, ecc. — al prezzo a cui possono ottenerli e prepararli gli agricoltori intelligenti dai materiali del loro podere e dalle chiaviche della città; perchè è fuor di dubbio che,

fra non molto non manderemo più tanti bastimenti mercantili tanto lontano a provvederci di guano e di ossa, mentre attualmente lasciamo scorrere senza frutto nel Tamigi dalle chiaviche di Londra tanti sali pel valore di 10,846,975 franchi! « L'importazione dell'orina e degli escrementi solidi da paesi stranieri, dice Liebig, equivale alla importazione del grano e del bestiame. Tutte queste materie, in un dato tempo, assumono la forma del frumento, della carne e delle ossa; esse passano nel corpo degli uomini, e assumono la stessa forma che originalmente possedevano ». Questa sorprendente osservazione non può mancare di venire apprezzata col tempo, quando, invece di corrompere i nostri bei fiumi, distruggere il pesce, e generare pestilenze nelle nostre città, il contenuto delle nostre chiaviche sarà portato alla terra, aumentando la fertilità di quel terreno che ora è coltivato, e riducendo fertile quello che è stato finora considerato sterile senza speranza di coltivazione.

Lo scopo della chimica, sia pura, sia applicata, deve attirare l'attenzione di ogni classe di lettori; esso non è puramente speculativo, ed ogni colto cittadino se ne deve dar pensiero, perchè è dovere di ogni persona che mediti, studiare le sorgenti della prosperità nazionale e comprendere i segreti della nazionale ricchezza.

Ogni individuo compirà il suo ufficio nella società, facendo l'utile suo e il vantaggio altrui, in proporzione della somma di cognizioni e di abilità che porterà seco; e queste cognizioni non si possono acquistare che collo studio e colle investigazioni. Se questo trattatello cadesse nelle mani di una persona data alle ricerche agricole, e fosse per svegliare la sua curiosità, tanto da farle desiderare maggiori cognizioni intorno a questo argomento, noi le raccomandiamo la lettura del volumetto del professore Johnston, intitolato: *Elementi di Chimica e Geologia agraria*; e più

tardi potrà anche leggere con profitto le *Lezioni* di questo segnalatissimo chimico intorno allo stesso argomento. Raccomandiamo ancora caldamente la *Chimica applicata all'agricoltura*, di Liebig, dove tanto brilla il genio di questo sommo chimico; e la *Economia rurale* di Boussingault, che può essere letta pure con vantaggio.

FINE.

I N D I C E

PREFAZIONE	Pag. 5
I. Elementi di chimica	» 9
II. Le sostanze elementari	» 11
III. Il Calore	» 15
IV. Calore latente; capacità pel calore.	» 23
V. Gravità specifica, o peso	» 26
VI. Descrizione di alcune delle più importanti sostanze elementari.	» 31
VII. Di certi composti formati dall'unione dei corpi pre- cedenti fra loro	» 47
VIII. Dei principii generali delle combinazioni chimiche, in rapporto colla storia delle sostanze descritte . . .	» 53
IX. I metalli.	» 57
X. Della natura dei sali	» 65
XI. Delle sostanze organiche	» 68
APPENDICE. — Dell'applicazione della Chimica all'agri- cultura	» 71
I. Elementi delle piante, e sorgente del loro carbonio . . .	» 72
II. Sorgente dell'idrogeno e dell'azoto delle piante	» 81
III. Dei prodotti vegetali, amido, grasso, glutine	» 86
IV. Germogliamento del seme	» 91
V. Costituenti minerali e salini delle piante.	» 97
VI. Composizione e formazione dei terreni.	» 106
VII. Dei concimi	» 114

8 MAR 1971

RECENTI PUBBLICAZIONI

ANNUARIO SCIENTIFICO ED INDUSTRIALE, dei professori G. V. SCHIAPARELLI, G. CELORIA, F. DENZA, R. FERRINI, A. SESTINI, L. PIGORINI, A. TARGIONI-TOZZETTI, A. CACCIANIGA, G. COLOMBO, B. MALFATTI, A. CLAVARINO, ecc. Anno settimo 1871. Due volumi di 700 pagine con 30 incisioni L. 6 —

IL REGNO MINERALE, di EMILIO CORNALIA, direttore del Museo Civico di Milano, membro effettivo del Reale Istituto Lombardo, ecc. — Seconda edizione con aggiunte e note del dr. CAMILLO MARINONI, assistente al Museo Civico di Milano. Un volume di 400 pagine con 89 inc. » 3 50

LE GRANDI INVENZIONI ANTICHE E MODERNE, di B. BESSO. Tre volumi di 900 pag. in-8 a 2 colonne con 800 inc. » 12 — (Della medesima fu pure fatta un'ediz. di lusso al prezzo di L. 18).

LA SCIENZA DEL POPOLO. Ultimi volumi pubblicati:

Le Letture popolari, di A. Pongiglioni - *Spugne e Coralli*, di Pietro Marzhi (con 1 litografia) - *Dell'etere cosmico*, di Parodi. - *Il rinnovamento del corpo umano*, di Todaro. - *La zoologia odierna*, di Canestrini - *Igiene della scuola e dello sciare*, di Du Jardin. - *La moneta*, di Enrico Seletti. - *I tempi e la satira di Giuseppe Giove*, del prof. Ernesto Masi - *L'uomo e la terra*, del dott. Carlo Oronzio Così - *De' regolatori della vita umana*, di Jac. Moleschott. - *La libertà*, del prof. Luigi Palma - *La carne di cavallo*, del dott. Gusmano Coppliz. - *L'educazione moderna*, della signora Caterina Pigorini. - *Le leggi della natura*, del prof. Gilberto Govi.

Ogni volume della *Scienza del popolo* costa centesimi » — 25

L'ARITMETICA DEL NONNO, di G. MACÉ » 1 —

I PRIMISSIMI ELEMENTI DI GEOMETRIA, esposti ai giovanetti, del prof. LODOVICO PIZZO. — Quarta ediz. con 8 tavole » 1 50

STORIA DELLE RIVOLUZIONI D'ITALIA, di GIUSEPPE FERRARI, deputato al Parlamento. Vol. 1.^o di pag. 560 in-8 » 6 —

STORIA DEL COMMERCIO E DELL'INDUSTRIA ad uso delle scuole, pel dott. CARLO SALVADORI. Un vol. di 200 pag. » 1 50

NOVELLE, di GASPARE GOZZI. Nuova edizione con osservazioni e note del dott. Carlo Salvadori. Un vol. di 324 pag. » 2 —

NUOVA ANTOLOGIA AD USO DEGLI ISTITUTI TECNICI E DELLE SCUOLE COMMERCIALI, compilata da ADOLFO BARTOLI, professore di letteratura italiana nella R. Scuola Superiore di Commercio in Venezia. Un vol. di 300 pag. » 1 50

GRAMMATICA FRANCESE, di L. GOUDAR. XV edizione, arricchita di temi e di esercizi di sintassi e dei dialoghi famigliari di C. MORAND. Un volume di 432 pagine. » 2 —

GRAMMATICA INGLESE, di H. C. OLLENDORFF. Quarta edizione, totalmente rifusa, aumentata e diligentemente corretta. Un volume di 618 pagine » 5 —

A SERIES OF COMMERCIAL LETTERS originally by E. HODGKINS with explanatory italian notes, by LEWIS SCHOR » 2 —



